

TECHNISCH STUDENTEN-TIJDSCHRIFT

ORGAAN VAN DE CENTRALE COMMISSIE VOOR STUDIEBELANGEN.

Hoofdredacteur: C. J. H. M. VAN ZEE, Kanaalweg 17, Delft. — Redactie-adres: Kanaalweg 17, Delft.

REDACTIE: J. J. G. VAN HOEK, Jul. v. Stolberglaan 202, Den Haag, Weg- en Waterbouwkunde;
. Bouwkunde; J. R. SMIT, Maarten Trompstraat 20, Werktuigbouwkunde, Wis- en Natuurkunde;
A. RIBBENS, Geer 64, Scheepsbouwkunde; P. J. LUX, 2^e Ant. Heinsiusstraat 85, Den Haag, Electrotechniek;
L. W. H. VAN OYEN, Piet Heinstraat 58, Delft, en C. J. H. M. VAN ZEE, Kanaalweg 17, Scheikunde; W. H. HETZEL,
Piet Heinstraat 58, Delft, Mijnbouwkunde; G. D. BOERLAGE, Heemskerkstraat 28, Luchtvaart; B. BÖLGER,
Economie, Theresiastraat 75, Den Haag; en met welwillende medewerking van verscheidene Hoogleraren aan de T.H.

Abonnementprijs per jaar f 5,—.

Verschijnt minstens 12 maal per jaar.

Druk en Administratie: Technische Boekhandel en Drukkerij J. Waltman Jr., Delft.

9^e Jaargang. No. 4. 12 April 1919.

Het Arsanilzuur en zijne derivaten.

Het T. S. T. wil zijn het orgaan van het *studieleven* te Delft.

(Vervolg).

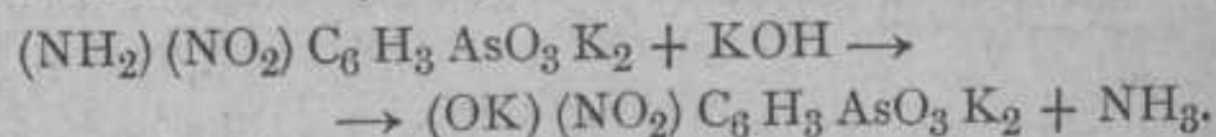
De Redactie is niet verantwoordelijk voor de in de verschillende bijdragen ontwikkelde denkbeelden, evenmin voor de officieele mededeelingen der T. H., C. C. of Vakverenigingen.

De *gehalogeneerde* p-amino-phenylarsinezuren zijn biologisch vrij belangrijk; de intrede van halogeen in het molekuul van het arsanilzuur verhoogt de *toxisiteit* aanmerkelijk.

Ieder abonné is gerechtigd wenschen omtrent den inhoud bij de Redactie kenbaar te maken.

Van de *genitreeerde* p-amino-phenylarsinezuren is belangrijk het 3-nitro-4-amino-phenylarsinzuur of nitroarsanilzuur. Het nitroarsanilzuur bereidt men door nitratie van oxanilarsinzuur of door verzeeping van nitro-urethanen van het arsanilzuur. Ook door arsenering van o-nitraniline zijn kleine hoeveelheden nitroarsanilzuur te verkrijgen. Het nitroarsanilzuur is op 't oogenblik van groot technisch belang; Benda vond nl. dat het bij verwarming met kaliloog de amidogroep verwisselt voor hydroxyl:

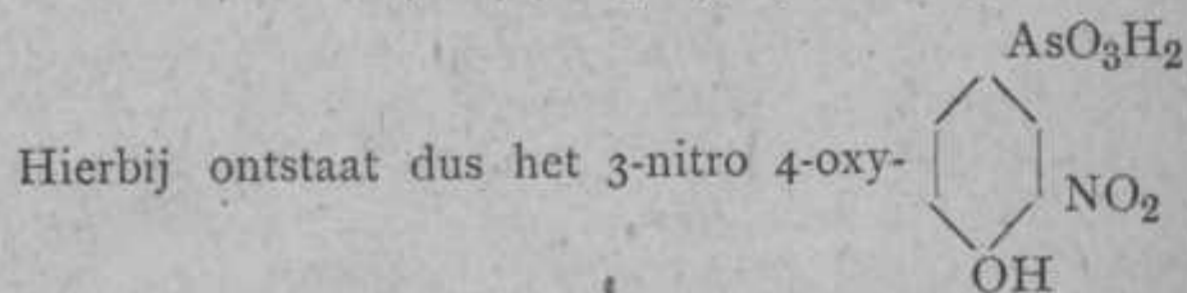
Het auteursrecht van dit tijdschrift wordt gewaarborgd door de Auteurswet 1912.



Voor opgaven van abonnement, adresveranderingen en voor het aanvragen van losse nummers richt men zich tot de Administratie: Binnenwatersloot 33.

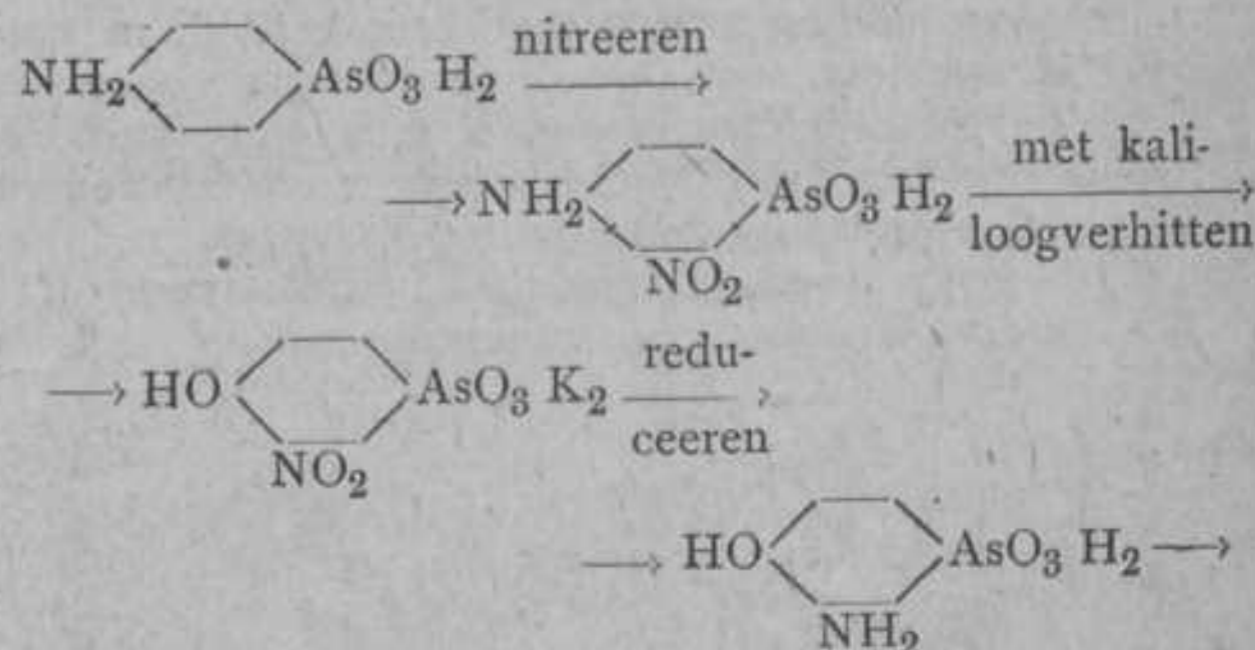
Over de abonnementsgelden wordt vóór de Kerstvacantie beschikt.

Opzegging van abonnement moet schriftelijk bij de Administratie vóór 1 October geschieden, gebeurt dit niet, dan wordt men wederom als abonné voor den loopenden jaargang ingeschreven.



phenylarsinezuur, hetwelk het uitgangsmateriaal vormt voor de bereiding van het geneesmiddel salvarsan.

I. De bereiding van salvarsan geschiedt aldus:



Inhoud.

Het Arsanilzuur en zijne derivaten (vervolg), door Cl. G. Dr.

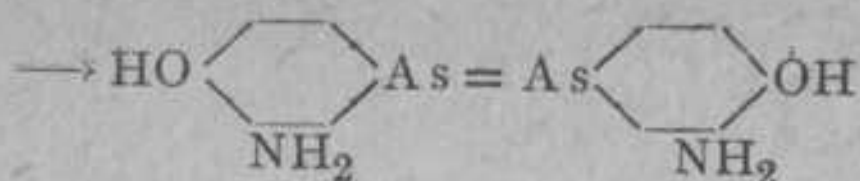
Geologische excursie in Zuid-Limburg (vervolg), door B.

De wet van Ramsay & Young en haar gebruik, door J. A. M. v. L.

Verschijnselen bij een overlaat, door H. J. Oosterbeek.
Boekbespreking.

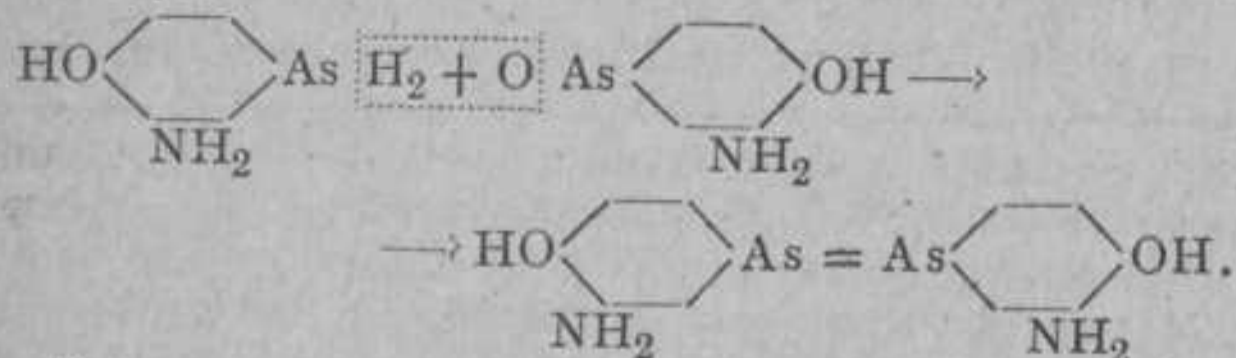
Technische Hoogeschool.

Berichten en mededeelingen.

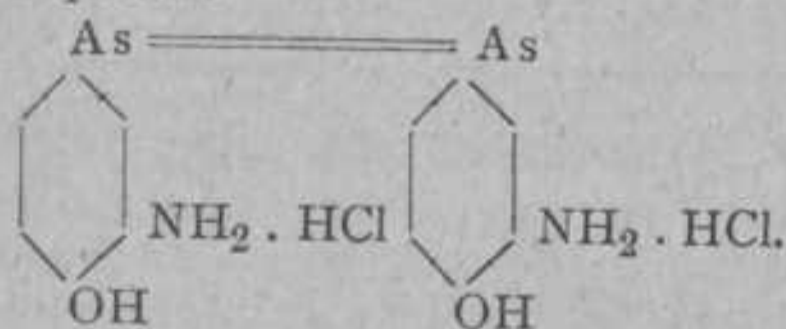


3, 3,-diamino — 4, 4,-dioxy-arsenobenzol,
(base van het salvarsan).

II. Een andere methode is de condensatie van
3-amino — 4-oxy-phenylarsin en 3-amino-4-oxy-phenyl-
arsinoxyd:



Het zoutzure zout van 3,3,-diamino-4,4,-dioxyarsenobenzol, „salvarsan” of „606” is het geneesmiddel dat tegen syphilis wordt aanbevolen. (Ehrlich, Hata). Het is een geel poeder.



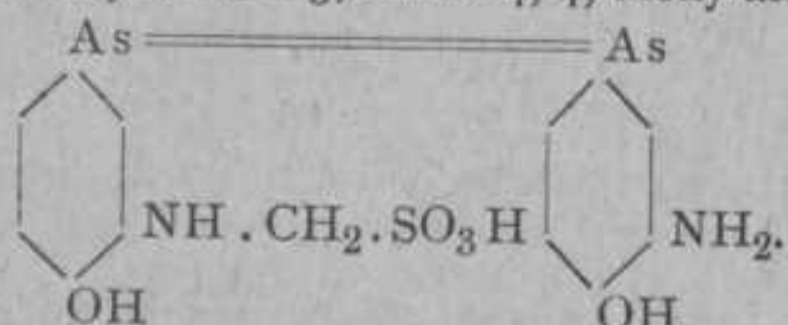
Het zoutzure diamino-dioxy-arsenobenzol is gemakkelijk oplosbaar in water, methylalcohol, (aethyleen)-glykol, glycerine, weinig oplosbaar in aethylalcohol, zeer weinig in ijsazijn, aceton, aether en geconcentreerd zoutzuur.

In tegenstelling met het *zoutzure* zout is het *zwavelzure* diamino dioxy-arsenobenzol zeer moeilijk oplosbaar in water, daarom geven zelfs verdunde oplossingen van het chloorhydraat met H_2SO_4 of sulfaten een neerslag.

Het zoutzure diamino-dioxy-arsenobenzol is evenals andere arsenoverbindingen gemakkelijk oxydabel. Om het salvarsan als injectievloeistof te kunnen aanwenden moet het in een vorm overgevoerd worden, die bij dezelfde onschadelijkheid en werkzaamheid, zich in water gemakkelijk en met neutrale reactie oplost. Verschillende methoden zijn nu bekend:

1e. Men laat op de base van het salvarsan *formaldehyde* en *natriumbisulfit* inwerken en verkrijgt door precipitatie met HCl:

3,- ω -sulfomethyl-amino-3,-amino 4,-4,-dioxy-arsenobenzol:

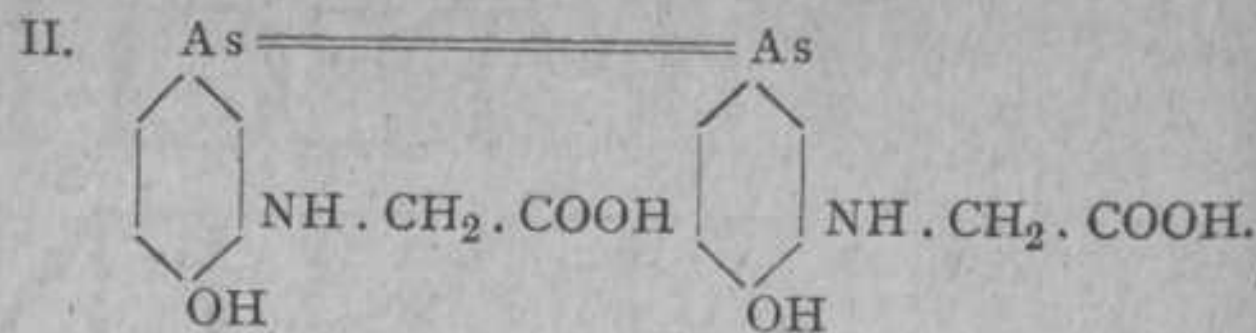
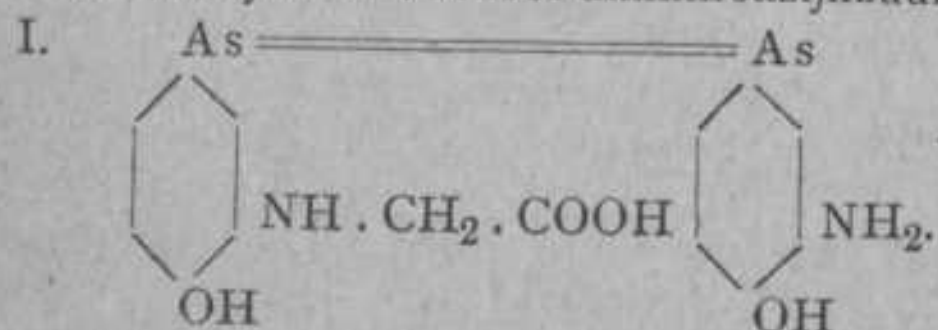


Deze verbinding vormt met 1 mol. alkali in water gemakkelijk, met neutrale reactie, oplosbare zouten.

2e. Men laat *monohalogenazijnzuur* (of zijne homologen) inwerken op diamino-dioxy-arsenobenzol en verkrijgt, al naar de omstandigheden:

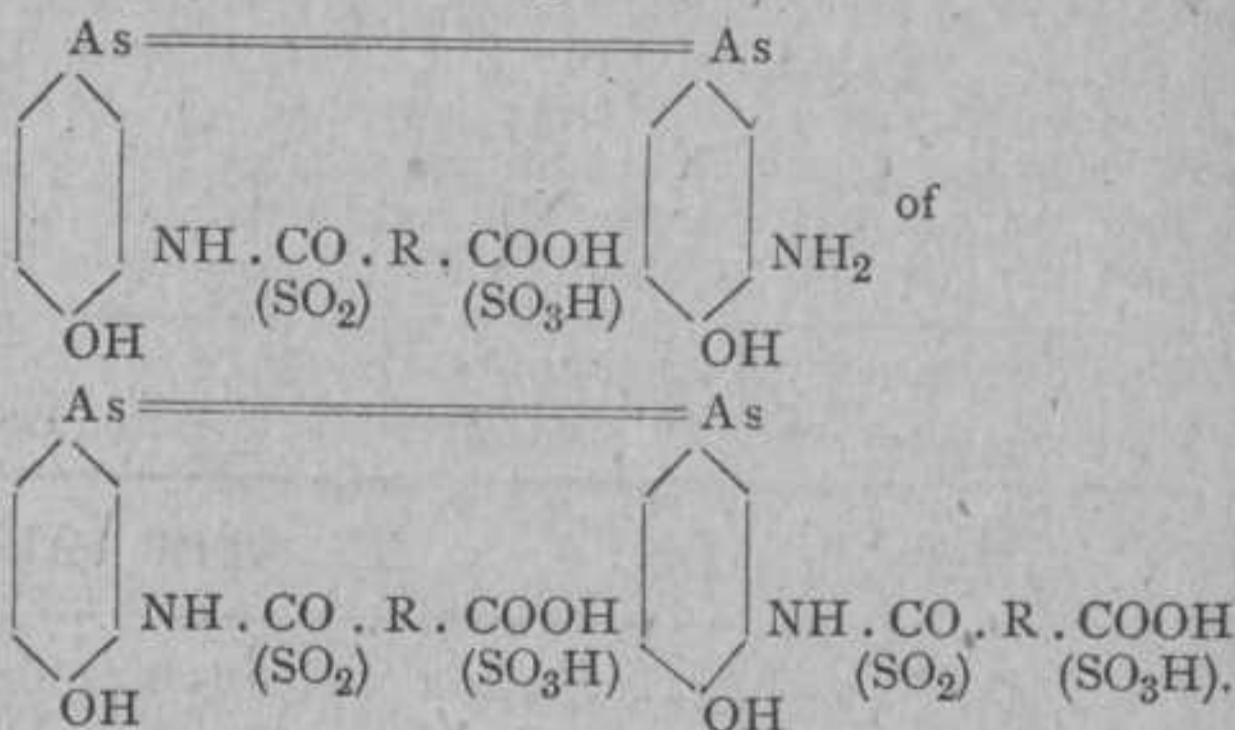
I. dioxy-amino-arsenobenbenzol-aminoazijnzuur of

II. dioxy-arsenobenzol-diaminoazijnzuur.



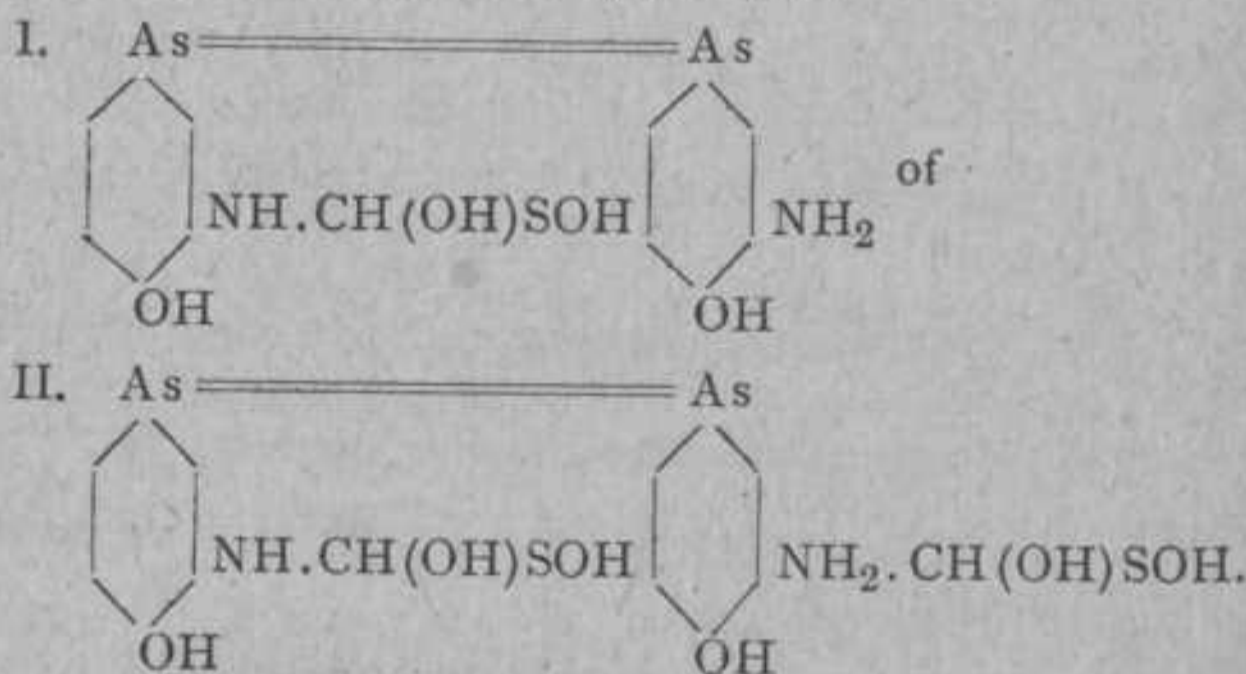
Deze zuren kunnen zoodanig in alkaliën opgelost worden, dat de vloeistof neutraal reageert.

3e. Ook kan men uit diamino-dioxy-arsenobenzol en de *chloriden van meerbasische zuren* (carbonzuren, sulfazuren) lichamen verkrijgen als:



(R is een aliph. of arom. rest).

4e. Diamino-dioxy-arsenobenzol laat zich met *formaldehyde-sulfoxylaat* condenseeren, waarbij al naar de omstandigheden een of twee sulfoxylaatresten in het molekuul intreden. Er ontstaat dan:



I vormt met 1 mol. natron, en II met 2 mol. natron een in water gemakkelijk oplosbaar neutraal reagerend natriumzout. Het natriumzout van I wordt onder den naam „*neosalvarsan*” in den handel gebracht. Het levert dadelijk met water of physiologische keukenzoutoplossing zonder meer, een oplossing voor injectie geëgend.

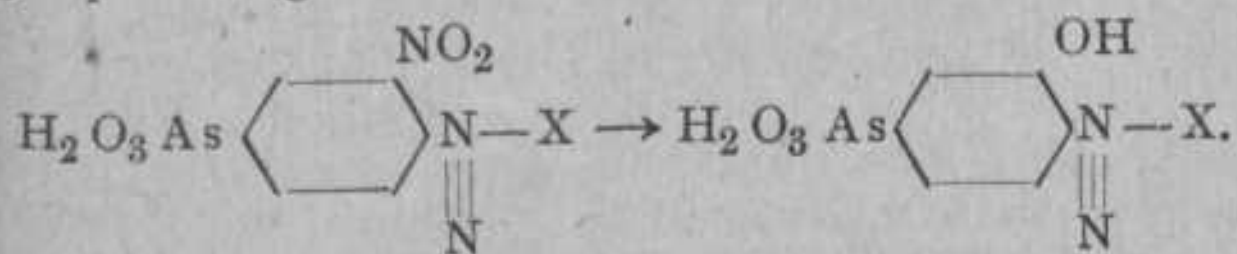
Het salvarsan, een specifiek middel tegen syphilis wordt ook aanbevolen tegen recurrens, fromboësia en andere spirillosen, ook tegen sommige vormen van malaria. Evenzoo is het te beproeven bij zware bloed- en sommige huidziekten, waar arsenik is aangewezen; men moet dan echter rekening houden met contraïndicaties (ernstige stoornissen der circulatie-organen; voortgeschreden degeneratie van het centrale zenuwstelsel; idiosyncrasie tegen arsenik, enz.).

Van Fransche zijde is in den laatsten tijd aanbevolen het salvarsan op te lossen in 10% glucoseopl.; zoodoende zou de vorming van grove neerslagen in het bloed voorkomen worden. Alle oplossingen moeten onmiddellijk vòòr het gebruik worden bereid. In ampullen, van verschillenden inhoud, wordt het salvarsan in den handel

gebracht; deze zijn luchtledig gemaakt en met een inderferrent gas gevuld. De inhoud van reeds geopende ampullen mag later niet gebruikt worden, aangezien de zuurstof van de lucht het middel omzet in het sterk giftige p-aminophenylarseenoxyd.

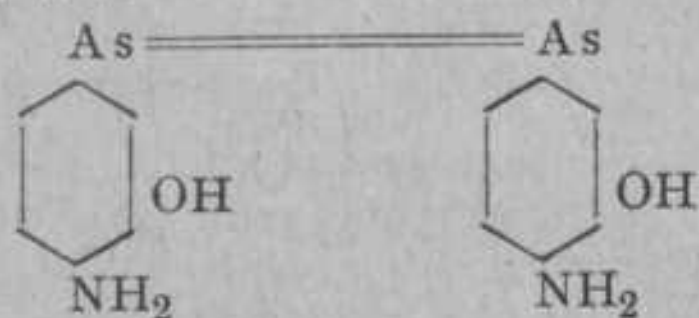
Keeren we nu echter terug tot het nitroarsanilzuur. Het laat zich gemakkelijk en quantitief diazoteeren.

Zeer interessant is de houding van het 3-nitro-4-diazo-phenylarsinezuur wanneer men dit met natriumacetaat behandelt; de nitrogroep wordt dan door de hydroxylgroep vervangen:



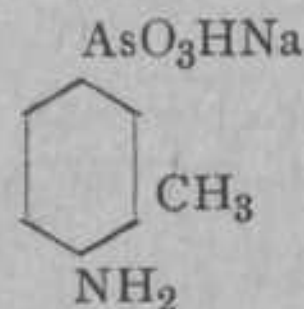
Er ontstaat dus een 3-oxy-4-diazo-phenylarsinezuur; dit kon Benda overvoeren in 3-oxy-4-amino-phenylarsinezuur $\text{AsO}_3\text{H}_2\text{—C}_6\text{H}_3(\text{OH})(\text{NH}_2)$, welks arseno-verbinding een isomeer van de base van het salvarsan is. Reduceert men n.l. het zuur met overmaat natriumhydrosulfiet in de warmte, dan ontstaat:

3,3-dioxy-4,4-diaminoarsenobenzol,



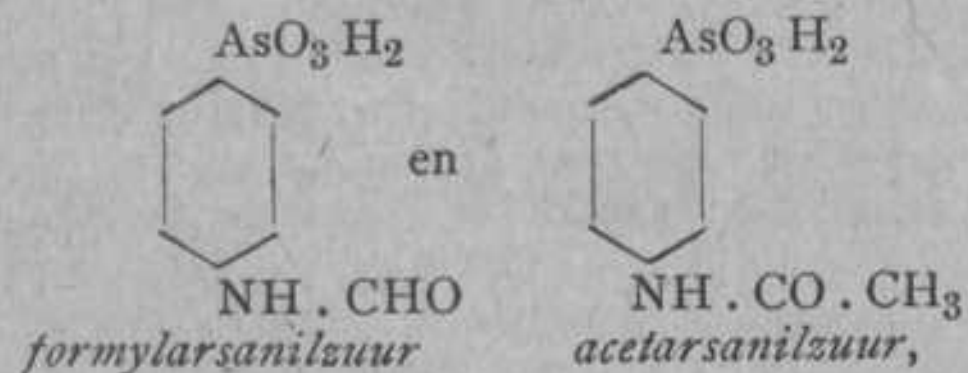
welks dichloorhydraat isomeer is met het geneesmiddel salvarsan.

Onder de homologe p-amino-arylarsinezuren moeten we melding maken van het o-toluïdinarsinzuur natrium $\text{NH}_2 \cdot \text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)\text{AsO}_3\text{HNa}$,

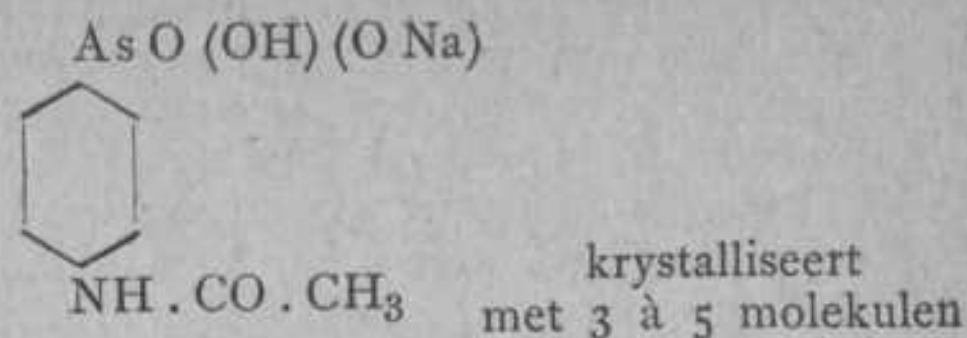


hetwelk verkregen wordt door o-toluïdinarsinzuur op te lossen in de vereischte hoeveelheid natronloog. In de Engelsche biologisch-medicinale literatuur komt dit zout voor onder den naam „Kharsin”.

Van de acyl derivaten der para-amino-arylarsinezuren zijn bekend:



Het natriumzout van acetarsanilzuur (4-acetamino-phenylarsinzuur) „arsaceticin” of acetylatoxyl ontstaat door neutralisatie van warme geconcentreerde natronloog en acetarsanilzuur. Bij afkoeling krystalliseert het uit in fijne, witte naaldjes, welke in H_2O en methylalcohol gemakkelijk, in aethylalcohol daarentegen zeer weinig oplosbaar zijn. Het arsaceticin.

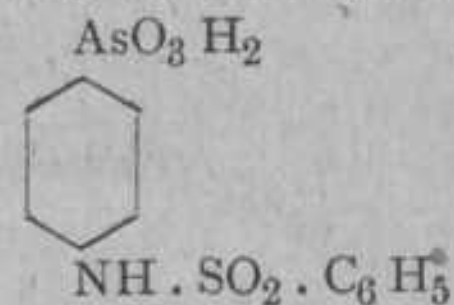


krystalwater, al naar de omstandigheden. Het acetarsanilzuur natrium is voor vele diersoorten 3—10 maal minder giftig dan de niet-geacetyleerde verbinding, aan de andere kant is zijn genezende werking gelijk aan die van het arsanilaat. Men verkreeg nu met het arsaceticin betere resultaten dan met het arsanilaat zelf. Hierop werd het in het jaar 1908 door de „Höchstes Farbwerke” onder den naam „arsaceticin” als een verbeterd atoxyl in den handel gebracht ter behandeling van trypanosomiasis en syphilis. Boven atoxyl heeft het voor dat zijn waterige oplossingen bestendig zijn en door koken kunnen worden gesteriliseerd; zij verdragen zelfs een verhitting in den autoclaaf op 130°C .

De verwachtingen welke van arsaceticin werden gecoesterd, zijn echter niet vervuld. Het is bij aanwending van grotere doses, zooals zij ter energische bestrijding van de zware parasitaire ziekten noodig zijn, evenals het atoxyl zelf, niet vrij van gevaarlijke nevenwerkingen, vooral op den gezichtszenew.

Volgens onderzoekingen van Blumenthal en Jacoby wordt het arsaceticin in het dierlijk organisme niet verzeept.

4benzolsulfonyl-aminophenylarsinzuur of benzolsulfonyl-

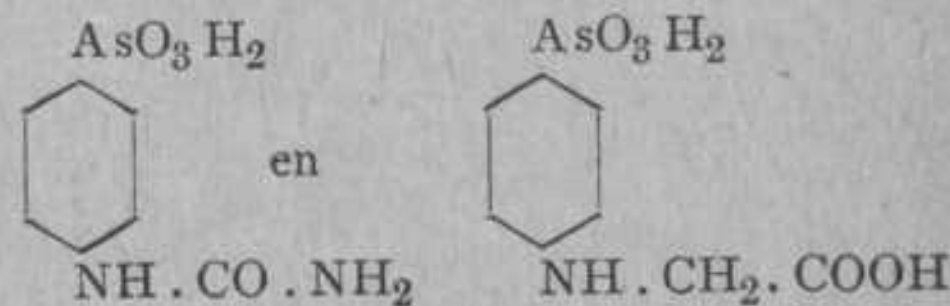


arsanilzuur wordt bereid uit arsanilzuur en benzolsulfochloride volgens Schotten Baumann.

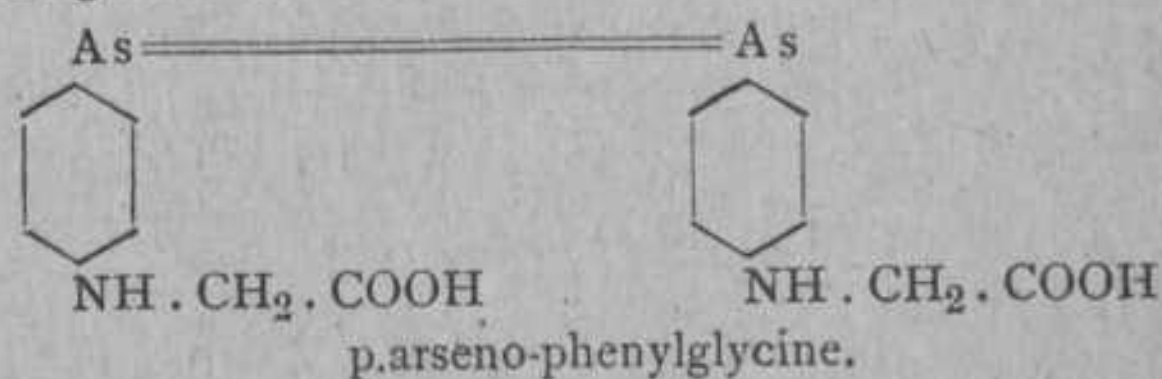
Het natriumzout van het benzolsulfonylarsanilzuur, ook „Hectin(e)” genaamd, wordt speciaal in Frankrijk, in de plaats van atoxyl, tegen syphilis gebruikt. Het kan echter niet beschouwd worden als een verbetering van het atoxyl, daar het evenals dit schadelijke nevenwerkingen, b.v. doofheid, kan veroorzaken.

Hiertoe behoort ook het „Hectargyre”, dat een combinatie van hectine en kwikzilver is.

Andere derivaten van het arsanilzuur zijn:

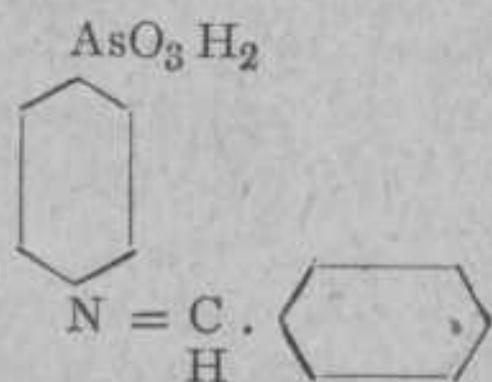


4-carbamino-phenylarsinzuur; p-phenylglycinarzinzuur. Alleen het laatste zuur is belangrijk, daar het 't uitgangsmateriaal vormt van het biologisch zeer interessante p.arseno-phenylglycine; het gaat er in over door energische reductie:



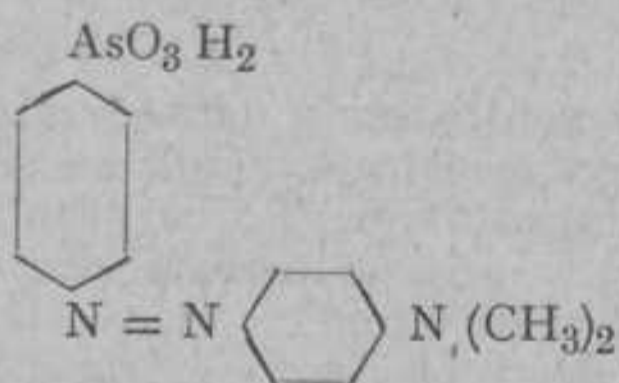
Het dinatriumzout van het p.arsenophenyl-glycine, „spirarsen”, „spirarsyl” of „418” genaamd, is de eerste arsenoverbinding geweest welke door Ehrlich en zijne mede-arbeiders biologisch onderzocht is geworden.

Arsanilzuur (en zijne homologen) condenseeren zich gemakkelijk met aldehyden, vooral die van de aromatische reeks, tot *azomethin*-verbindingen van de algemeene formule:



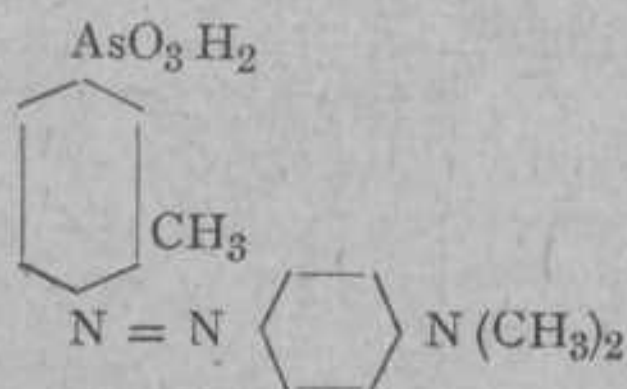
Op de gladde en gemakkelijke diazoteerbaarheid van het arsanilzuur en zijne homologen is reeds in 't voorgaande gewezen. De op de gewone wijze verkregen diazo-aryl-arsinzuren zijn voor koppelingsreacties zeer geschikt; als azo-komponenten zijn dan te gebruiken aromatische basen, phenolen en hunne substitutie-producten en verder ook zulke verbindingen, die zooals acetazijnester, en dihydroresorcine, z.g. zure methyleen-groepen bevatten. Al naar de soort van de componenten koppelt men in zuur, neutraal of alkalisch milieu.

De gevormde kleurstoffen slaan dadelijk neer of kunnen door aanzuren geprecipiteerd worden, ten deele worden ze ook door uitzouten geïsoleerd. Vele dezer azokleurstoffen zijn in sterke zuren oplosbaar, allen echter, ook diegenen welke met zuiver basische componenten (zooals bv. β -naphthylamine) vervaardigd worden, zijn door de aanwezigheid van de arseenzurest in alkaliën oplosbaar, zij vormen in water oplosbare alkalizouten, welke ook in vasten vorm kunnen worden geïsoleerd.



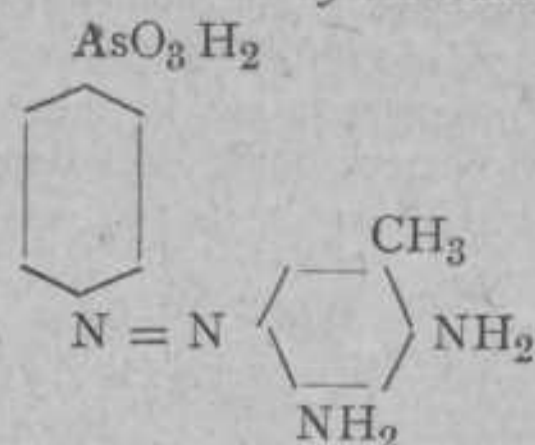
Benzolarzinzuur-azo-dimethylaniline Arsanilzuur wordt gediazoteerd en in zoutzure oplossing met dimethylaniline gekoppeld. Na verscheidene uren slaat men de kleurstof neer door overmaat natriumacetaat. Om de zuivere verbinding te verkrijgen, maakt men er het mononatriumzout van en regeneert haar daaruit door zuur. Het is een rood poeder, onoplosbaar in water en de gewone oplosmiddelen, gemakkelijk oplosbaar in alkaliën en minerale zuren.

Het mononatriumzout $\text{C}_{14}\text{H}_{14}\text{N}_3\text{AsO}_3\text{HNa} + 5\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$, is in koud water weinig oplosbaar en krystalliseert uit warm water in roode krystallen. Het dinatriumzout, $\text{C}_{14}\text{H}_{14}\text{N}_3\text{AsO}_3\text{Na}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$, ontstaat uit het mononatriumzout door oplossen in 1 mol. natron en precipiteeren van de zeer geconcentreerde oplossing met alcohol. Het is een rood poeder, oplosbaar in 3 deelen koud water.

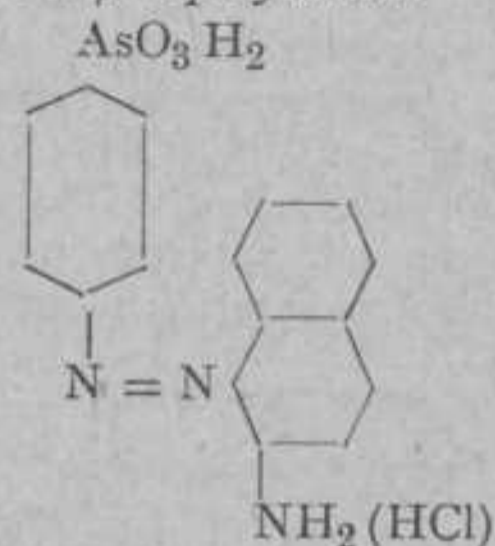


3-methylphenylarsinzuur-azo-dimethylaniline. Deze azo-verbinding is te bereiden door gediazoteerd 4-amino-3-methylarsinzuur met dimethylaniline in zuur milieu te koppelen. De kleurstof wordt geïsoleerd door neutraliseeren met soda; we verkrijgen het zuivere preparaat via het mononatriumzout. Andere azo-kleurstoffen zijn:

benzolarzinzuur-azo-m-totuylendiamine

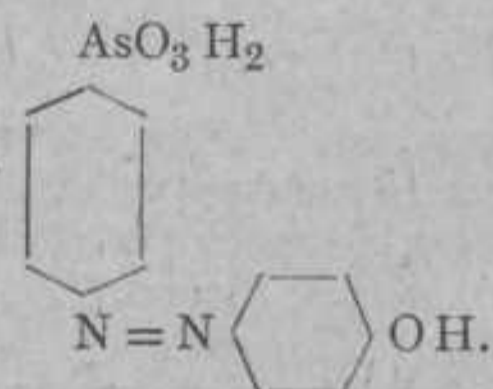


benzolarzinzuur-azo- β -naphthylamine



Gediazoteerd arsanilzuur wordt in zoutzuur milieu met β -naphthylamine gekoppeld. De kleurstof slaat onmiddellijk neer als een rood, krystallien precipitaat; in soda is het met een dieproode kleur-nuance oplosbaar. Koppelt men in tegenwoordigheid van natriumacetaat, dan ontstaat de zoutzuur-vrije verbinding. De vorming van deze kleurstof hebben Lockemann & Paucke benut, om in faecaliën van patiënten welke met natriumarsanilaat behandeld werden, deze verbinding aan te toonen en af te scheiden; door weging van het kleurstof-neerslag, beter door bepaling van het arseengehalte, kon deze methode tot een quantitative gemaakt worden.

Ten laatste willen we noemen het *benzolarzinzuur-azo-phenol*:



Gediazoteerd arsanilzuur wordt met phenol in alkalisch milieu gekoppeld. Door aanzuren met zoutzuur wordt de kleurstof afgescheiden; via het mononatriumzout verkrijgt men de zuivere verbinding. Het vormt dan een helder rood poeder, onoplosbaar in water en de gewone oplossingsmiddelen, oplosbaar in alkaliën.

Tot besluit van de derivaten van het arsanilzuur willen we noemen de *gealkyleerde* p-amino-aryl-arsinzuren; dit zijn goed gekristalliseerde verbindingen, welke in alkaliën en minerale zuren gemakkelijk oplosbaar zijn.

Zij worden bereid door alkyleeren van de amino-aryl-arsinzuren; de gemakkelijkste bereidingswijze is die door oxydatie van arsinoxyde: $(\text{CH}_3)_2\text{N} \cdot \text{C}_6\text{H}_4\text{AsO} + \text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{CH}_3)_2\text{N} \cdot \text{C}_6\text{H}_4\text{AsO}_3\text{H}_2$.

Deze oxydatie geschiedt door waterstof superoxyde, in tegenwoordigheid van overmaat natronloog. CL. G. DR.

Geologische excursie in Zuid-Limburg.

(Vervolg).

Voor we de laatste periode van de vormingsgeschiedenis onzer aardkorst bespreken, zullen we eerst een verschijnsel behandelen, dat op de geheele bouw van Zuid-Limburg een zeer grooten invloed heeft gehad, en waarmede de uitgestrektheid van de aan den dag tredende gedeelten van de verschillende tertiaire zandlagen en hun verschillende dikten, ten nauwste verband houdt.

We bedoelen hier het veelvuldig voorkomen van verschuivingen.

We moeten ons hierbij voorstellen, hoe langs willekeurig in de aardkorst voorkomende breuken, hetzij door inkrimping, hetzij door radiale krachten in de steenschaal ontstaan, gedeelten van lagen of laagcomplexen t. o. v. elkaar verschoven zijn, zoodat lagen van verschillenden ouderdom langs die breuken of scheuren in lateraal contact met elkaar verkeerden. Tengevolge van eenzelfde bergvormende beweging bijvoorbeeld, komen nu in de natuur dikwijls verschillende breuken in snelle opeenvolging naast elkaar voor, en kunnen de tusschen deze spleten gelegen gedeelten der aardkorst in verschillende mate en richting t. o. v. elkaar verschoven zijn. Uit onderstaande schets 3 kan

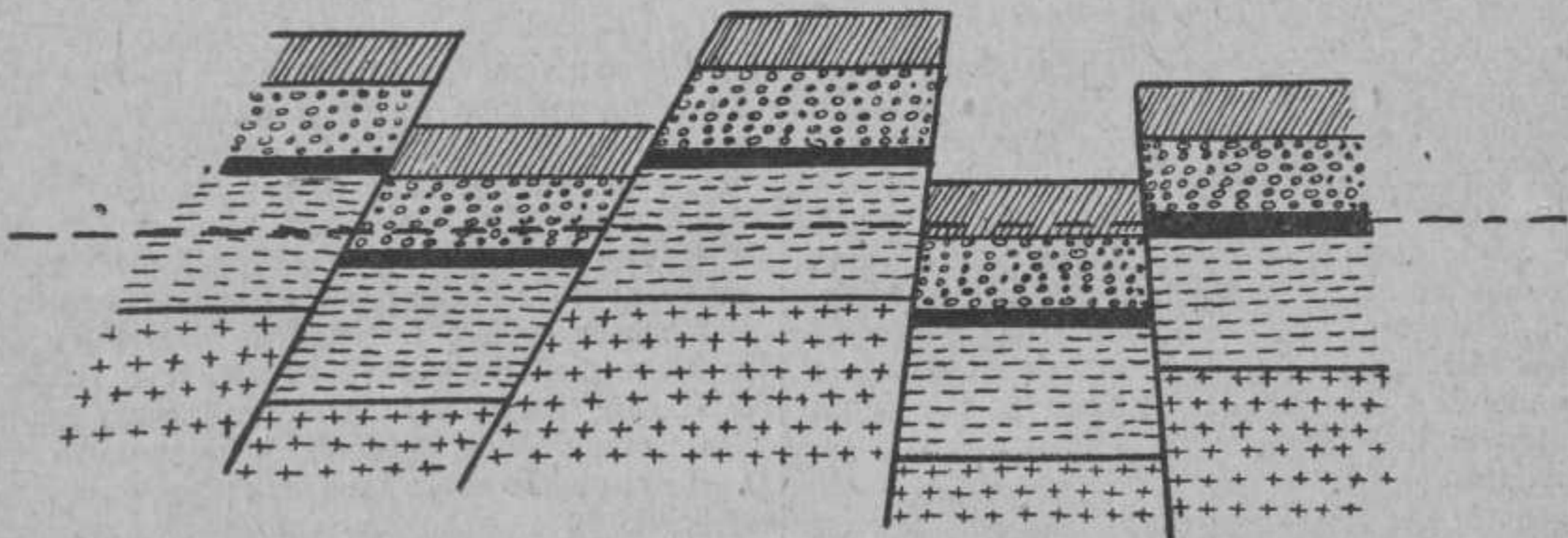


Fig. 3.

men dan zien, hoe in het terrein verheffingen en inzinkingen kunnen ontstaan die respectievelijk met „horten” en „slenken” betiteld worden. Een tusschen twee opvolgende breuken gelegen gedeelte der steenschaal wordt „schol” genoemd.

Nemen wij nu aan dat na de vorming van een dergelijk geaccidenteerd terrein gedurende langen tijd de erosie gelegenheid heeft gehad haar afbrekende werking daarop uit te oefenen, en dat na de vorming van een laag teelaarde een rijke flora zich daarop heeft kunnen ontwikkelen, (fig. 4), dan kunnen wij ons voorstellen hoe

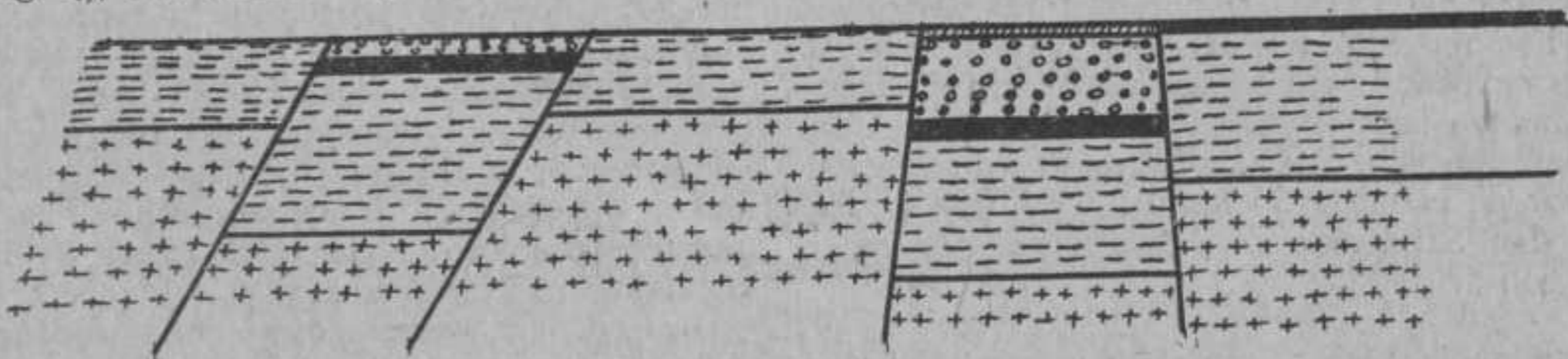


Fig. 4.

een morfologisch gesproken vlak en ongestoord landschap, van geologisch oogpunt beschouwd aan sterke storingen onderhevig is geweest.

Uit boringen op verschillende gedeelten van het terrein blijkt dan, hoe aan weerszijde der lijnen, waar de verschuivingsspleten aan den dag komen, lagen van verschillenden ouderdom en habitus aan elkaar grenzen.

Tengevolge van de vroeger besproken tertiaire Alpine-plooiing, is nu in Zuid-Limburg een stel Z.-O.—N.-W. verloopende scheuren ontstaan, waarlangs de verschillende gedeelten op bovenbeschreven willekeurige wijze verschoven zijn.

Die willekeurigheid is echter in zooverre beperkt, dat wij toch naar het N.-O. toe een geleidelijke terreindaling waarnemen, die, na haar diepste punt in de z.g. Roerslenk bereikt te hebben, verder N.-O. weer in een heuvelrug (de Peel) overgaat.

Daarna vormt zich tengevolge der verschuivingen weer een komvormige verzakking, de z.g. slenk van Venlo.

In verband met deze verschuivingen dient nu gewezen te worden op de verbreiding van de bovengenoemde tertiaire zanden.

Een over den Ubagsberg van Z.-W. naar N.-O. loopend profiel toont ons het opvallend verschil in dikte der verschillende tusschen de verschuivingsspleten liggende lagen en de opeenvolging waarin zij aan den dag treden.

Wij moeten ons natuurlijk voorstellen, dat in het tertiaire tijdperk, toen de gedeeltelijk in ondiepe zee, gedeeltelijk in rivier- en brakwater ontstane zandlagen werden afgezet, deze sedimenten bijna ons geheel Zuid-Limburg bedekt hebben. Het feit echter, dat wij tusschen die verschuivingsvlakken deze lagen in zoo verschillende dikte zien optreden, sommigen dier afzettingen zelfs geheel missen, kunnen wij verklaren door de aanname, dat de schollen langs die verschuivingsvlakken een oscillerende beweging hebben meegemaakt.

Het eerste wat ons opvalt is, dat ten N.-O. van de

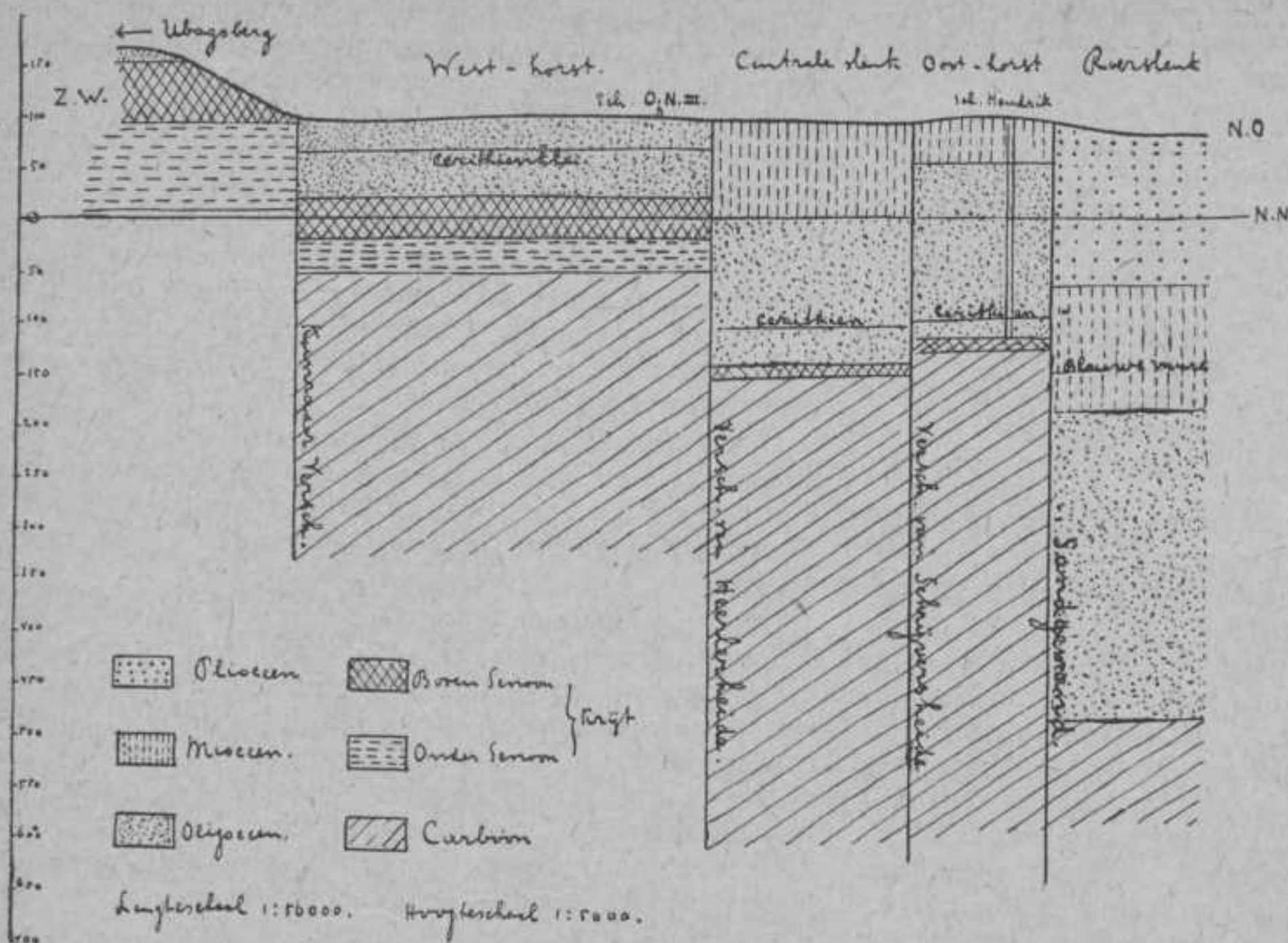


Fig. 5.

verschuiving van Heerlerheide geen onder-Senoon meer gevonden wordt. Ten tijde dat de krijtzee in Zuid-Limburg gestaan heeft, is wel degelijk over dit geheele gebied het onder-Senoon tot afzetting gekomen. Er heeft echter daarna een bodemheffing plaats gehad, waarmede erosie der afgezette sedimenten gepaard ging, en wel in dien zin, dat ten N.-O. van de Heerlerheide-verschuiving het land verder boven den zeespiegel verheven is dan ten Z.-W. daarvan, zoodat daar het geheele onder-Senoon aan de afbraak is ten prooi gevallen, terwijl hier nog een gedeelte daarvan is gespaard gebleven.

Vervolgens is het land weer gezonken, is de zee weer getransgreedeerd en heeft de boven-senone sedimenten doen bezinken. We zien echter uit het profiel, dat we deze sedimenten pas ten N.-O. van de Sandgewand-verschuiving niet meer aantreffen. Hier heeft dus weer een dergelijk proces plaats gegrepen. Het land is na de afzetting van het boven-Senoon boven den zeespiegel gerezen, maar ten N.-O. van den Sandgewand zóó hoog, dat de erosie daar al het boven-Senoon heeft weggenomen.

Zoo hebben er verder ook gedurende het tertiaire tijdperk verschillende heffingen en dalingen langs die verschuivingsspleten plaats gehad, en uit het profiel blijkt nu duidelijk hoe de schollen op verschillende hoogte boven de tertiaire zee moeten hebben uitgestoken en hoe nu juist de Zuid-Westelijke het hoogst zijn gerezen en daardoor hier het meeste van de oligoceene sedimenten is weggecrodeerd. Zoo ook met de mioceene en plioceene afzettingen, welke eersten wij ten Z.-W. van de Heerlerheide en welke laatsten we ten Z.-W. van den Sandgewand in het geheel niet meer aantreffen.

We dienen nu in verband met het bovenstaande te wijzen op den grooten invloed, dien de verschuivingen

uitoefenen op de morfologie (de uiterlijke gedaante) van het landschap.

Het valt den bezoeker van Zuid-Limburg op, dat voornamelijk ten Z. van den Geul steile krijtrotsen het land doorsnijden, terwijl ten N. hiervan het terrein geleidelijk daalt, niet meer dergelijke steilten vertoont, maar zich meer in zacht golvende terreinvormen voordoet.

Een verklaring hiervan laat zich gemakkelijk vinden wanneer men het zoeven besproken profiel beschouwt en opmerkt hoe bij het aan den dag treden der verschuivingsspleten, lagen van zeer verschillenden ouderdom niet alleen, maar, wat hierbij juist een groote rol speelt, lagen van verschillende hardheid aan elkaar grenzen.

Waar wij bijv. zien, hoe bij het aan den dag treden der Kunrader verschuiving het krijt grenst aan oligoceen zand, kunnen wij begrijpen dat het hardere en wateropslorpemde krijt veel meer weerstand aan de erosie van weer en wind en afstroomend water bieden zal, dan het zachte en rulle zand. Hier is dan ook de verschuivingsspleet als een steile krijtwant door het geheele terrein te vervolgen.

We zien echter hoe bij de andere verschuivingen in dit profiel, die meer naar het N.-O. liggen, de verschillende tertiaire zanden aan elkaar grenzen. Daar deze zanden nagenoeg denzelfden weerstand aan de erodeerende krachten bieden, zullen we hier ook geen steile klippen in het terrein zien; hoogstens een door afloopend water golvend gemaakt landoppervlak, waar aan den dag geen spoor van verschuivingsspleten is waar te nemen.

Behalve deze Z.-O.—N.W. loopende verschuivingen treffen we een tweede, later ontstane stel verschuivingen aan met eene O.-W. loopende strekking. Uit boringen is gebleken dat de jongste lagen die langs deze verschuivingsspleten ongestoord naast elkaar liggen, die van het onder-oligoceen zijn.

De bodembewegingen langs deze verschuivingsspleten moeten dus na dit tijdperk hebben plaats gehad en uit het beknopte tectonisch overzichtskaartje van Zuid-Limburg, hetwelk hierbij is afgedrukt is dan ook duidelijk te zien, hoe de oudere Z.-O.—N.-W. loopende verschuivingsspleten langs de jongere O.-W. loopende, wederom verschoven zijn. Tot de laatstgenoemde verschuivingen behooren die van Putberg, Klauwpijp Schin op Geul, Kunrade en Sibbe. Tot de eerstgenoemde die van Benzerade, Heerlerheide, Feldbiss-Sandgewand. (Zie ook Fig. 5).

Behalve dat verschuivingen als die van Kunrade b.v., waar krijt aan tertiair zand grenst, in het terrein dikwijls als een steile klif te vervolgen zijn, lette men

ook op het verschil in vegetatie dat soms te voorschijn geroepen wordt door het verschil in bodemsoort aan weerszijden van zulk een verschuivingspleet. Zoo zien wij bijv. in het bosch van Benzerade, ten W. van de verschuiving, waar de vruchtbare krijtgronden liggen een dichte vegetatie van beukeboomen, terwijl aan de O. zijde dennenboomen met hun lange penwortels de schaarsche voedingsstoffen uit de ontvruchtbare tertiaire zanden trachten op te nemen.

Hierboven is bij de bruinkoolformatie reeds aangestipt dat de mioceene zanden zich bijna over de geheele wereld door hun groot bitumen gehalte kenmerken, zoodat ook in ons land slechts in deze formatie de bruinkoollagen een exploitabele dikte hebben verkregen. Wij begrijpen nu in verband met de verschuivingen ook, waarom wij die bruinkoolgroeven alleen in het N.-O. deel van Zuid-Limburg aantreffen, en wel in het gebied dat tusschen de verschuivingen van Heerlerheide en Sandgewand ligt, omdat op die schol n.l. het mioceenezand aan de oppervlakte ligt, en de bruinkoollagen dus op geringe diepte voor ons bewaard gebleven zijn.

Ten N.-O. van de Sandgewand en Feldbiss, waar het pliocene zand aan den dag treedt, en volgens verrichte boringen het mioceen reeds op vrij groote diepte ligt, loont het daarom de moeite en kosten niet de daar aanwezige bruinkool, die toch al eenigen tijd na den oorlog veel van haar waarde zal verliezen, in ontginning te nemen.

We zijn nu gekomen tot het laatste groote tijdperk in de vormingsgeschiedenis onzer aarde, het quartair, gekenmerkt door het verschijnen van den mensch op aarde, door den kouden ijstijd, door de vorming van turf en klei, en wat we speciaal voor ons Zuid-Limburg willen bespreken, door de vorming van de Maasterrassen en de afzetting van de zoo vruchtbare Limburgsche klei, de löss.

Wanneer we de Maas stroomafwaarts volgende, het oeverlandschap nauwkeurig waarnemen, zien wij hoe op verschillende plaatsen de terreinvormen aan weerskanten een zacht oplopend karakter vertoonen en het landschap zich eenige malen bijna sprongsgewijze verhoogt, om tenslotte op ± 95 M. boven het tegenwoordige Maasniveau in een min of meer onregelmatig vlak terrein over te gaan. Vanuit de rivier gezien doet het terrein zich als het ware in verschillende terrassen aan ons voor.

En wanneer we dan bij Rothem bijv. in oostelijke richting landinwaarts gaan en de langzaam stijgende oevers beklimmen, komen we voorbij verschillende grintgroeven, die in dit landschap kunstmatige profielen gemaakt hebben en ons het middel aan de hand doen om de wijze van ontstaan en de herkomst der verschillende afzettingen te bestudeeren.

Het eerst komen we dan in het zgn. middenterras aan een afgraving, waarin wij zien hoe grintlagen van

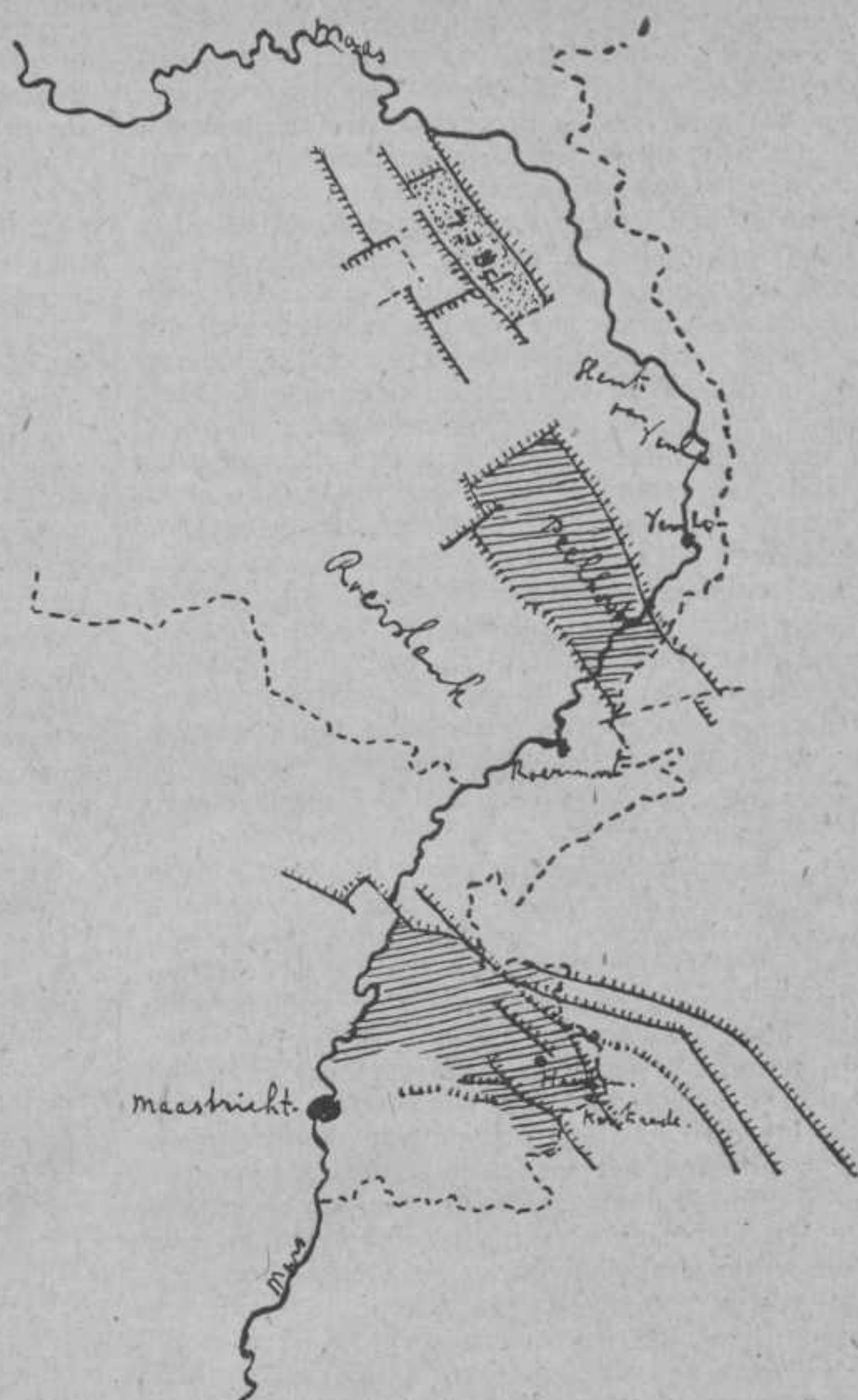


Fig. 6.

verschillende dikte en korrelgrootte met elkaar afwisselen en waartusschen op verschillende hoogten weer zandlaagjes liggen tot dun uitwiggende kleilagen toe, van het allerfijnste slib.

Verder oostwaarts in het hoogterras een andere groeve, met dezelfde grof- en fijnkorrelige grintlagen, afwisselend met zandbanken en dichte kleilagen.

En wanneer we dan uit deze wijze van gelaagdheid moeten besluiten dat wij met een fluviaatiele afzetting te doen hebben, wanneer wij uit de overeenkomst met het tegenwoordig nog door de Maas gedeponeerde grint tot de conclusie worden gedwongen, dat die rivier vroeger ook deze lagen moet hebben afgezet en wanneer wij tenslotte op het hoogterras staande, onzen blik laten gaan over de ons omringende akkers en met

peppels en wilgen begroeide weiden en de Maas 95 M. lager in de verte rustig aan onze voeten zien voortkronkelen, dan vragen we ons met bewondering af: wat voor krachten hebben er gewerkt, welke processen hebben plaats gegrepen, die de oorzaak zijn dat wij ver van de tegenwoordige rivierbedding, hoog boven het tegenwoordige Maasniveau, op een grintafzetting staan die door dezelfde Maas hier moet zijn neergelegd.

Voordat wij tot de verklaring van het ontstaan der eigenlijke Maasterrassen zullen overgaan, willen we eerst in het kort de wijze van sedimentatie (sedimenteeren = doen bezinken) en in verband daarmee het verleggen van de bedding der rivier bespreken.

De bergbeken, die het voedingswater vormen der rivier, zullen door hun woeste vaart een groote afslijpende (erodeerende) werking uitoefenen op het omringende gesteente en een groote hoeveelheid ruwe, groote en kleine steenen meesleuren. Behalve dit grovere materiaal worden ook groote massa's kleine grint- en zandkorrels, tot het allerfijnste slib toe, meegevoerd en door de afschurende werking van het rivierwater worden al deze gesteente-resten gedurende hun transport langzamerhand gepolijst en afgerond.

Wanneer we nu aannemen dat gedurende langen tijd het niveauverschil tusschen den oorsprong der rivier en haar uitmonding in zee gelijk blijft, dat er dus geen bodemheffingen of -dalingen plaats grijpen, zal, afgezien van andere omstandigheden, zoals verandering in hoeveelheid neerslag e. d., waarover hier niet uitvoerig kan worden uitgeweid, de stroomsterkte der rivier ongeveer constant blijven. En daar wij weten dat deze gewoonlijk van den oorsprong tot den mond regelmatig afneemt, zullen we dan ook zien hoe de stroomsterkte op bepaalden afstand van den oorsprong te zwak wordt om het grofste materiaal, de grootste steenen nog te kunnen meevoeren, en deze geregeld daar ter plaatse bezinken. Bij geleidelijke vermindering in stroomsterkte naar den riviermond toe, zal dus steeds het grofste van het nog overgebleven materiaal zich afzetten en tenslotte vinden we dicht bij den mond de deposés van het allerfijnste gruis, de klei.

Dit regelmatig verloop doet zich natuurlijk bijna nooit voor, maar bodembewegingen en onregelmatige toevoer van voedingswater, mede tengevolge van wisselenden neerslag, zijn de oorzaak, dat op plaatsen, waar gedurende bepaalden tijd nog slechts het fijnste grint kon worden meegevoerd en zich dus lagen van iets grooter korrelgrootte afzetten, andermaal de stroomnelheid zoozeer veranderde, dat alleen het grootere materiaal tot bezinking kwam. Die verschillende lagen moeten tenslotte naar alle richtingen ergens ophouden, en zij doen het gewoonlijk door wigvormig dunner te worden.

In verband met het voorgaande en onder aanname van onregelmatige wisseling van voormeld proces, zal de verklaring van het profiel in de bovenvermelde grintgroeven, waar grof- en fijnkorrelige lagen met dunne zandafzettingen en kleilagen afwisselen, duidelijk zijn en zal het den lezer nu ook geen verwondering meer baren, dat de geoloog, bij de blootlegging van dergelijk profiel tot de conclusie gebracht wordt, dat daar ter plaatse eenmaal rivierwater met sterk wisselend verval gestroomd moet hebben.

In verband met bovengenoemde bodembewegingen treedt nog een ander belangrijk verschijnsel op.

Behalve dat een rivier geregeld grove en fijne steenen,

grint en klei meevoert en sedimenteert, oefent zij echter op den bodem ook een afslijpende werking uit. Wij kunnen zelfs den erodeerenden invloed van een stroom in tweeën splitsen, en spreken van een horizontale (langs de oevers) en vertikale (op den bodem) erodeerende componente.

Nu is het duidelijk, dat bij een vergroting van het niveauverschil tusschen oorsprong en mond de vertikale erodeerende componente zal toenemen en tenslotte zelfs zoo groot kan worden, dat zij het wint van de sedimentatie. Het gevolg zal zijn dat de rivier haar eigen bedding gaat uitslijpen en verdiepen.

Bij gelijk blijvend niveau-verschil echter blijkt uit de ervaring, dat in het algemeen de sedimentatie grooter is dan de vertikale erosie, maar dat daarentegen de horizontale erodeerende componente zich vergroot en de rivier dus op de oevers een sterk afslijpende werking zal uitoefenen.

Wanneer wij nu eens aannemen, dat gedurende langeren tijd geen bodembewegingen plaats hebben, dan zal de rivier dus voornamelijk oevermateriaal afschuren en meesleuren. Bestaat nu de oever uit verschillend harde gesteentesoorten, die dus naar gelang hun hardheid aan de erosie meerderen of minderen weerstand zullen bieden, worden natuurlijk de zachtste

gesteenten het eerst uitgeslepen en zullen de hardere gedeelten als klippen in de rivier vooruitsteken. Deze zullen nu de eerste aanleiding zijn tot het kronkelen (z.g. meanderen) der rivier. Het water immers botst tegen die uitstekende klippen aan, wordt door deze uit de koers geleid en zal zoodoende tegen den overliggenden oever aanlopen. Is tot dit proces eenmaal de eerste stoot gegeven, dan zal door het voortdurend botsen, eerst tegen den eenen, vervolgens tegen den anderen oever, op die plekken het meeste materiaal worden weggesleurd en zoodoende de rivier als vanzelf een kronkelend verloop nemen. Bovenstaande figuren toonen dit aan.

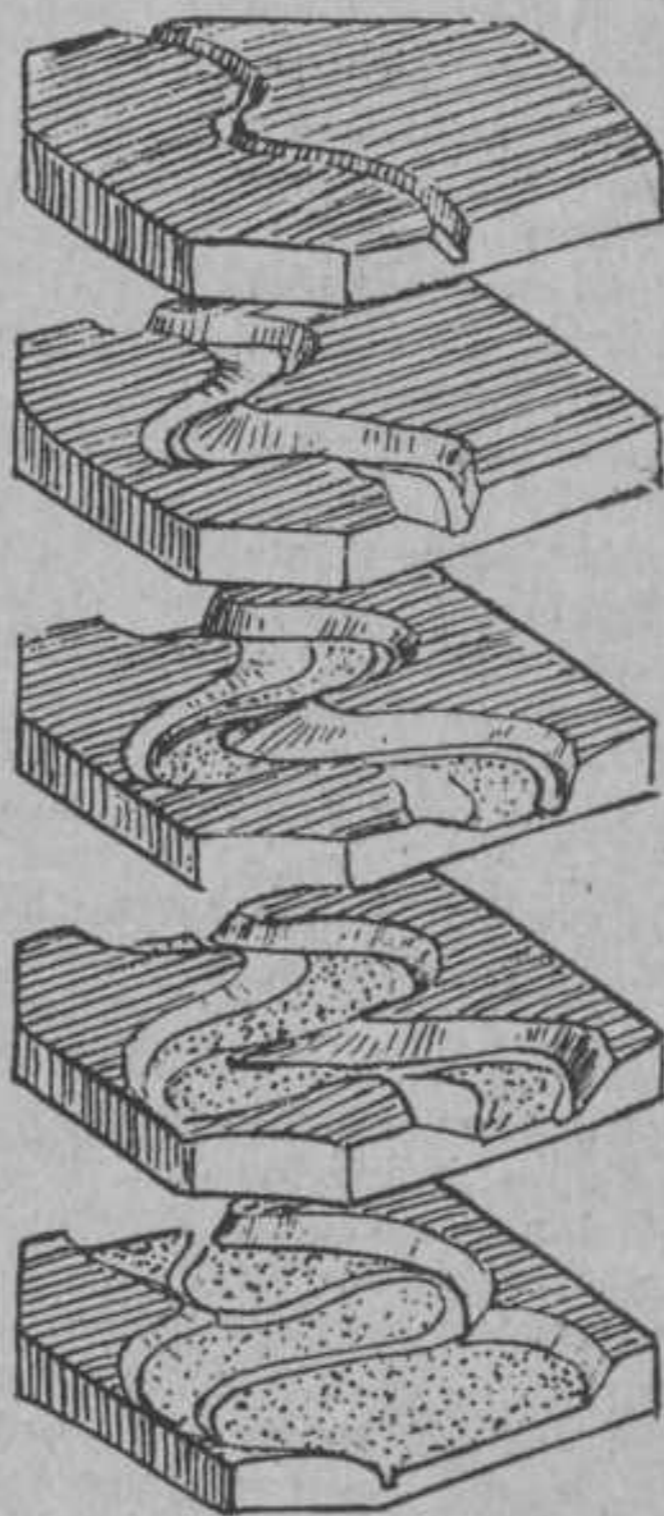


Fig. 7.

Laatstgenoemde stroombedverlegging in verband gebracht met den ongeregelden aanvoer van afslijpingsmateriaal van allerhande korrelgrootte, verklaart ook het ontstaan van de z.g. kriskrasgelaagdheid, die zoo dikwijls in afzettingen van snelstroomende rivieren wordt waargenomen.

Er kan bijv. plaatselijk zooveel puin afgezet worden, dat de rivier haar eigen bedding gaat opvullen en verhoogen en zoodoende haar ouden weg in het dal moet verlaten en weer begint te slingeren. Gedurende deze

meanderperiode wordt geregeld puin gesedimenteerd en zodoende werkt de stroom zichzelf naar boven en vult het dal op met het aangevoerde erosiemateriaal. Dit geschiedt onder afwisselende vorming van zand- en kleibanken, nu eens aan deze, dan weer aan gene zijde der rivier. Bij een latere insnijdingsperiode worden sommige van die afzettingen weer meegesleurd; andere deelen blijven bestaan en kunnen bij een volgende meander- en opvullingsperiode dan weer door anders gelaagde afzettingen bedekt worden.

In profiel vertoonen deze afzettingen groote onregelmatigheden van zeer verwarde structuur.

Na uiteenzetting van een en ander, kunnen we ons nu voorstellen hoe in het diluviale tijdperk het tegenwoordig hoogterras op veel lager niveau moet gelegen hebben en de Maas daar gedurende zeker tijdperk, al meanderende, rijke steenbeddingen van verschillende korrelgrootte heeft afgezet. Op zeker tijdstip nu heeft een bodemheffing van het achterland of een daling van het voorland plaats gehad, waardoor de rivier zich in haar eigen deposée van schuif- en rolsteenen heeft ingesneden.

Toen dit proces eenigen tijd had voortgeduurd en de Maas zich wel 30 M. in haar oude bedding had ingewerkt, moet weer een periode van stilstand in de bodembewegingen zijn ingetreden, waardoor de rivier gelegenheid kreeg opnieuw te gaan slingeren; bij deze beweging heeft zij een groot gedeelte van het vroegere gedeponeerde grint weer meegesleurd, terwijl tevens weer ander materiaal in de nieuwe bedding werd gesedimenteerd. Een tweede vergroting van niveau verschil is oorzaak geweest dat de Maas zich opnieuw in de tweede door haar gevormde bedding heeft ingesneden, en de resten die na de eerste meandering van het oudste grintbed zijn overgebleven, vertoonen zich nu nog in den vorm van het z.g. hoogterras aan onze oogen.

Men stelle zich voor dat dit proces aldus afwisselend gedurende lange perioden heeft voortgeduurd; hoe gedurende driemaal toe de Maas zich in haar eigen bedding heeft ingesneden, daarna is gaan slingeren en zodoende drie duidelijke resten van de vroegere beddingen heeft achtergelaten, die door ons als hoog-, midden- en laagterras gekenmerkt worden.

Men denke echter niet dat wij die terrasresten alleen in Zuid-Limburg aantreffen. Ofschoon ze zich hier het meest sprekend aan ons voordoen, vinden we toch ook benoorden den Rijn, midden op de Veluwe en in het oosten van Gelderland en Overijsel tamelijk ongeschonden hoogterrasresten. Dat zij hier minder goed te onderkennen zijn, is te wijten aan het in deze periode optredende landijs, groote vanaf de Baltische zee naar ons land afzakkende gletschers, die door hun opstuwende en omwoelende werking de terreinen grootendeels hebben verstoord en vernield en overal met noordelijk erosiemateriaal hebben vermengd.

Hetzelfde verschijnsel heeft zich ook voorgedaan bij de Löss-afzettingen, tot welker beschrijving wij thans willen overgaan. Terwijl het zuiden van ons land groote uitgestrektheden met deze fijne klei bedekt zijn, vinden we haar ook langs den Velwezooom en bij Nijmegen waar zij als de zg. „Boekengrond” den vruchtbaren bodem oplevert voor de prachtige beukenlanen.

Löss is een zeer fijne klei van opvallend gelijke korrelgrootte, zóó fijn, dat zij tusschen de vingers absoluut tot stof is stuk te wrijven.

Deze kenmerkende eigenschappen, gevoegd bij het feit, dat zij bijna uitsluitend aan de lijzijden der heuvels voorkomt, bevestigt de hypothese dat zij een acolische (wind)-afzetting is.

Men neemt nl. aan, dat na de glaciale periode ons land langen tijd zonder plantengroei is gebleven, waardoor de toenmalige oostenwinden in het toen heerschende droge klimaat, vrij spel hadden met het zand en het fijngewreven materiaal (het zg. keileem) dat door de terugtrekkende gletschers was achtergelaten.

Wij weten dat de wind, veel meer dan het water, eene groote schiftende zg. selectieve werking op het getransporteerde materiaal uitoefent. Waar bijv. in rivierwater met constant verval de korrelgrootte van het gedeponeerde materiaal nog zeer verschillend kan zijn, is deze bij windafzettingen zeer constant. Daar nu de löss uit het allerfijnste stof bestaat, kunnen wij begrijpen hoe dit door de wind is opgejaagd en, ver buiten de grenzen van het toenmalige in midden- en Oost-Europa liggende woestijngebied, langs onze heuvels is blijven liggen of daar door de planten van reeds begroeide gebieden werd vastgehouden. Ofschoon nog wel door enkelen aan een fluviatiele afzetting gedacht wordt, pleit wel voor bovengenoemde verklaring, het feit, dat men in lössafzettingen dikwijls wortelkanaaltjes van een vroegere vegetatie gevonden heeft en buitendien fossielen die op een landfauna wijzen; beenderen van diluviale steppendieren, die dus het vermoeden bevestigen dat een steppenklimaat ook bij ons de vorming van löss bewerkt heeft.

Men vindt ook in de löss de zoo karakteristieke lösspoppetjes zg. Lösskindel, pseudo-fossielen, die niets anders zijn dan leemachtige klonters van kalk en die hun bekende reputatie van invloedrijke geesten te danken hebben aan het bijgeloof eener naïeve bevolking. Wij vinden deze lössafzettingen bijna over geheel Europa verspreid, en terwijl in ons land de dikte hoogstens enkele meters bedraagt, zijn er streken bekend waar de lagen een dikte van wel eenige honderden meters bereiken. Men kan zich hieruit wederom eens een beeld vormen van den tijd, dien de natuur gebruikt voor de voltooiing van haar werk!

Eenige bijzonderheden over fossielen in het algemeen.

Er werd reeds op gewezen dat men in gelaagde gesteenten afdruksels en voorwerpen vindt ingesloten, die versteeningen, fossielen, of petrefacten heeten, en waaraan men op den eersten blik kan zien, dat ze van niet mineralen oorsprong zijn, maar voeger tot het dieren- of plantenrijk behoord hebben. Daaruit volgt dat de vorming van die gesteenten zelf in een tijdperk heeft plaats gehad, waarin reeds een fauna en flora bestond. De versteening van die dieren en planten is natuurlijk niet aldus geschied, dat hun organische en chemische bestanddeelen zich in minerale bestanddeelen hebben omgezet. Maar door de groote veranderingen, die aan de aardoppervlakte plaats grepen, werden de daarop levende groote dieren en planten door een weeke, kleiachtige massa omhuld, en tenslotte bij het hard worden dier massa, in het hieruit onstane gesteente opgenomen.

Daar weeke en zachte gedeelten natuurlijk verteerden, ligt het voor de hand, dat van hooger ontwikkelde dieren vooral het gebeente en van de planten uitsluitend de hardere gedeelten zooals de bast, de stam of de houtige vruchten bewaard blijven.

Ofschoon ongetwijfeld de uit koolwater-stoffen bestaande weke gedeelten min of meer spoedig verteerd werden, is toch ook hiervan, door bijzondere gunstige omstandigheden, veel voor ons bewaard gebleven. Dunne bladeren en insecten met fijne ledenmaten, vindt men in barnsteen ingesloten, of werden door langzaam hardwordende klei bedekt en laten daarin tenminste afdrakken achter, waaruit hun vorm en eigenschappen dikwijls zeer duidelijk te herkennen zijn. Bij anderen werden de in hun lichaam aanwezige tusschenruimten en cellen, langzamerhand met een meestal kiezelzuurhoudende oplossing gevuld, welke tenslotte hard werd, en aldus eveneens den vorm van het lichaam, dat zelf aan de verrotting ten prooi viel, voor ons bewaard heeft.

In vele gevallen geschiedde die omhulling van organische wezens in gelaagde gesteenten in een geleidelijk en geregeld tempo.

De dieren leefden in het water, bezonken na hun dood op den bodem en werden weer door latere generaties bedekt. Zooals boven reeds vermeld werd, nemen schaaldieren de in het water aanwezige kalk hieruit op tot den bouw van hun woning, een proces dat verklaart waarom het zeewater relatief veel kalk- armer is dan de daarin uitmondende rivieren.

Eveneens leven er in het zeewater baccillen die de eigenschap bezitten kiezelzuur, ijzeroxyde en kalk hieruit neer te slaan, of in zich op te nemen en na hun afsterven als een skelet op den zeebodem achter te laten.

Zoo vinden we, hoe een onnoemelijk aantal van grotere en kleinere schaaldieren geheele lagen en banken van kalksteen gevormd hebben, zooals o.a. reeds voor de krijtlagen in Zuid-Limburg werd aangegeven.

Het proces had echter niet altijd zulk een rustig verloop. Men vindt veel voorbeelden, waar een met het rijkste leven gezegend gebied door een plotselinge katastrofe werd getroffen en gelijktijdig elk levend wezen ten ondergang werd gedoemd.

Hetzij groote massa's klei plotseling in het water werden uitgestort, dat een temperatuursverandering optrad, of dat doodelijke gassen of zouten het water vergiftigden, ons zij het genoeg, dat wij o.a. kalksteenlagen kennen, die overvuld zijn met vischskeletten en afdruksels, die tot in de fijnste deelen bewaard gebleven zijn, en dus het bewijs leveren dat die dieren niet gestorven zijn op gewone manier, waarbij hun graten en beenderen uit het verband gerukt en verstrooid zouden zijn.

Ten slotte willen wij nog even er op wijzen, dat fossielen dus alleen in marine fluviatiele of acolische sedimenten (gelaagde gesteenten dus) kunnen voorkomen.

Voorts is het aantal soorten, zoowel van fossiele dieren als planten, zeer ongelijkmatig over de verschillende lagen verdeeld. Die uit de jongste sedimenten lijken het meest op de tegenwoordig nog levende soorten, en in de oudere lagen nemen zij in die mate af, dat de hooger georganiseerde wezens langzamerhand verdwijnen, terwijl de lager ontwikkelde op den voorgrond treden.

Uit min de of meer afwijkende planten- en dierenwereld die in de verschillende lagen der aarde aangetroffen wordt, leeren wij buitendien een en ander over het verschil in klimaat en bodemgesteldheid ge-

urende de opeenvolgende perioden van haar ontstaan en vinden wij, dat vroeger in het algemeen een veel meer gelijkmatige verbreiding van dezelfde dieren over de geheele aardoppervlakte heeft plaats gehad dan tegenwoordig.

Ik meen hierbij een beknopt overzicht gegeven te hebben van eenige geologische verschijnselen, die zich op onze tochten door Zuid-Limburg en gedeeltelijk ook elders, aan ons voordoen en hoop te hebben aange- toond, dat men, door eenigszins geologisch onderlegd te zijn, tot meerdere waardeering en bewondering voor de steeds afwisselende schoonheid in de natuur gebracht wordt.

B.

De wet van Ramsay & Young en haar gebruik.

Bij het destilleeren van een stof onder verminderden druk wenscht men vaak het kookpunt te kennen bij een bepaalden druk. Dit doet zich vooral voor bij gefractioneerde destillatie; men wil dan graag de temperatuur weten waarbij men een bepaalde fractie moet beginnen op te vangen.

Lansolt en Börnstein of Beilstein laten ons dan dikwijls in den steek, vooral wat drukken betreft tusschen ± 50 en ± 760 mM. Gattermann geeft in zijn „Praxis des Organischen Chemikers” onderstaand tabelletje, waaruit men zéér benaderd het kookpunt van een stof bij lagere druk door vergelijking kan vinden.

Stoffen.	Kpt bij 12 mM.	Kpt bij 1 atm.
Aziijnzuur	19°	118°
Monochlooraziijnzuur	84°	186°
Chloorbenzol	27°	132°
P. nitrotoluol	108°	236°
Acetanilid	167°	295°

Dikwijls kan men met meer succes gebruik maken van de wet van Ramsay & Young door hen empirisch uit een groote verzameling feitenmateriaal afgeleid. *)

Zij leert, dat bij *nauw verwante* stoffen de verhouding der absolute temperaturen die met gelijke dampdrukken overeenkomen, konstant is, of in letters (zie teekening).

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{T_3}{T_4} \dots \dots \dots (1)$$

Voor niet verwante stoffen vonden zij de betrekking

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{T_3}{T_4} + c(t - t') \dots \dots \dots (2)$$

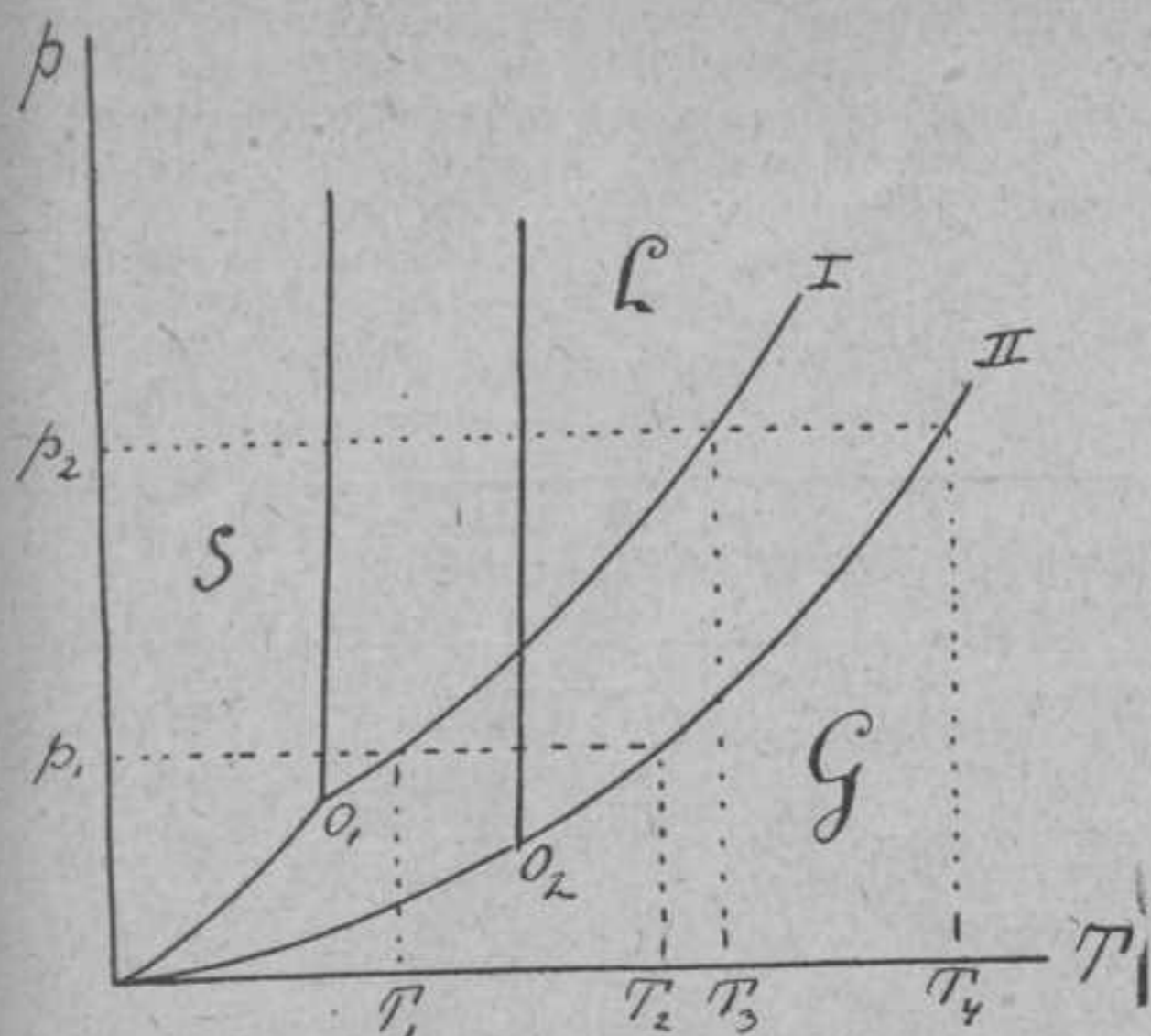
waarin c een konstante is met een kleine positieve of negatieve waarde, en t' en t de temperaturen beduiden, waarbij een der beide stoffen de beide waarden van de overeenkomstige dampdrukken heeft. Aangezien de waarde van c niet van te voren bekend is, kan men deze formule praktisch moeilijk gebruiken en moet men dan zijn toevlucht nemen tot formule (1).

Voorbeelden:

Zij gegeven: aziijnzuur kpt bij 760 mM. = 118.5°,
 „ kpt bij 300 mM. = 90.7°,
 propionzuur kpt bij 760 mM. = 141°.

Gevraagd: kpt van propionzuur bij 300 mM.?

*) Phil. Mag. (1886) 21, 33.



Uit bovengenoemde wet volgt dan:

$$\frac{273 + 90.7}{273 + 118.5} = \frac{273 + x}{273 + 141} \text{ waaruit volgt:}$$

$x = 112$. Waargenomen $x = 113^\circ$.

Evenzoo vindt men uit de gegevens:

benzolchloride kpt 132° bij 760 mM.,

" " 90° bij 208.4 mM.,

joodbenzol kpt 188.5° bij 760 mM., dat het kookpunt van joodbenzol, bij 208.4 mM. 140.6° bedraagt, terwijl is waargenomen 140.5° .

Uit de gegevens:

benzol kpt 80.3° bij 760 mM.,

" " 7.8° bij 40 mM.,

toluol " 110.4° bij 760 mM.,

laat zich berekenen kpt toluol bij 40 mM. = 31.7° , terwijl 31.6° is waargenomen.

Men ziet dat de overeenstemming zeer goed is te noemen, doch de wet geeft alleen bruikbare resultaten als men haar op verwante stoffen toepast. Zij blijft een benaderingswet die men alleen onder benaderende aannamen kan afleiden als volgt:

Voor lijn I en II geldt de wet van Clapeyron $\frac{dp}{dT} =$

$\frac{Q_v}{(v_g - v_l) T}$ waarin p de druk, T de abs. temp. Q_v de verdampingswarmte per grammolekuul, v_g het soortelijk molekulaire volume van den damp, v_l het soortelijk molekulaire volume der vloeistof voorstelt.

Als v_l zeer klein is t. o. v. v_g mag men schrijven

$$\frac{dp}{dT} = \frac{Q_v}{v_g T}$$

Wanneer de damp een ideaal gas was zou:

$$pv_g = G T, \text{ of } \frac{1}{v_g} = \frac{p}{G T}$$

$$\frac{dp}{dT} = \frac{Q_v}{G T^2} \text{ of } \frac{dp}{p} = \frac{Q_v}{G T^2} dT$$

Neem nu aan dat Q_v onafhankelijk is van p en T en gelijk aan Q_v bij het kookpunt bij 1 atm.

Dan krijgt men na integratie:

$$\ln p = -\frac{Q_v}{G T} + K$$

Daar voor 't geval 0 ligt beneden 1 atm.:

voor $p = 1$, $T = T_k$ volgt voor K de waarde $\frac{Q_v}{G T_k}$

$$\ln p = \frac{Q_v}{G} \left(\frac{1}{T_k} - \frac{1}{T} \right) \text{ of } \ln p = \frac{Q_v}{G T_k} \left(1 - \frac{T_k}{T} \right)$$

Volgens de wet van Trouton is $\frac{Q_v}{T_k} = \text{konstant} (\pm 21)$.

Dus:

$$\ln p = K_1 \left(1 - \frac{T_k}{T} \right)$$

Voor de eerste stof geldt dus:

$$\ln p_1 = K_1 \left(1 - \frac{T_{k1}}{T_1} \right) \dots (3)$$

$$\text{en } \ln p_2 = K_1 \left(1 - \frac{T_{k1}}{T_3} \right) \dots (4)$$

Voor de tweede stof:

$$\ln p_1 = K_1 \left(1 - \frac{T_{k2}}{T_2} \right) \dots (5)$$

$$\text{en } \ln p_2 = K_1 \left(1 - \frac{T_{k2}}{T_4} \right) \dots (6)$$

Uit (3) en (5) volgt:

$$1 - \frac{T_{k1}}{T_1} = 1 - \frac{T_{k2}}{T_2} \text{ of } \frac{T_{k1}}{T_1} = \frac{T_{k2}}{T_2} \dots (7)$$

Evenzoo uit (4) en (6): $\frac{T_{k1}}{T_3} = \frac{T_{k2}}{T_4} \dots (8)$

Uit (7) en (8) volgt:

$$\frac{T_3}{T_1} = \frac{T_4}{T_2}$$

waarmede de wet van Ramsay en Young bewezen is.

Jorissen leidde uit twee door Guye en Guldberg gevonden empirische betrekkingen „La température critique est approximativement égale à deux fois la température d'ébullition dans le vide (de 20 mM.)” en „La température critique est approximativement égale à 1.55 fois la température d'ébullition sous la pression atmosphérique” dus uit:

$$T_{kr} = \pm 2 T_{k(20 \text{ mM.})} = \pm 1.55 T_{k(1 \text{ atm.})} \text{ af, dat } \frac{T_{k(20 \text{ mM.})}}{T_{k(1 \text{ atm.})}} = \pm 0.78^*)$$

Deze betrekking gaf inderdaad voor een groot aantal stoffen een goede konstante.

Zij volgt onmiddellijk uit de afgeleide formule (7).

Deze afleiding is m. i. te verkiezen, daar zij slechts van één empirische wet gebruik maakt, die onmiddellijk uit de tweede door Guye en Goldberg gevonden betrekking kan worden afgeleid. **)

Zij geeft ook een verklaring van de afwijkende waarde der konstante van eenige stoffen.

*) Chem. Weekbl. 14 (1917) 665.

Z anorg. u. Allg. Chem. 104 (1918) 157.

**) v. 't Hoff Chem. Grundlehren p. 43.
Guldberg Z. Ph. Ch. 5 (1890) 376.
Nernst. Theor. Chem.

De wet van Trouton toch is gebleken niet geldig te zijn:

1⁰) voor geassocieerde stoffen en sommige stoffen met zeer hoog kookpunt, waarvoor de waarde der konstante > 21 is;

2⁰) voor stoffen met zeer laag kookpunt waarvoor die waarde < 21 is.

De formules (3) en (5) worden dan voor 't geval de Troutonsche konstante bv. 26 bedraagt.

$$1 - \frac{T_{k1}}{T_1} = \frac{26}{21} \left(1 - \frac{T_{k2}}{T_2} \right).$$

Voor $\frac{T_1}{T_{k1}} = 0.78$ genomen vindt men dan voor

$$\frac{T_2}{T_{k2}} = 0.82.$$

Voor geassocieerde en sommige hoog kokende stoffen zal de konstante van Jorissen dus in 't algemeen iets hoger uitvallen.

Zoo berekent men van de volgende geassocieerde stoffen:

Stoffen.	Kookpunt absoluut.	Troutonsche konstante.	Kookpunt 20 mM.	K. van Jorissen.
Water	373	25.9	295	0.79
CH ₃ OH	338	25.0	270	0.80
C ₂ H ₅ OH	351	26.9	281	0.80
C ₃ H ₇ OH (n)	370	26.2	298	0.80

En voor enkele hoogkokende:

anthrachinon	653	onbekend	523	0.83
benzolzuur	523	onbekend	419.5	0.80
hydrochinon	563	onbekend	456	0.81
glycerine	558	onbekend	448	0.80

Voor 't geval de Troutonsche konstante 13 bedraagt, vindt men op de manier als boven voor $\frac{T_2}{T_{k2}} = 0.69$.

Jorissen vond:

Stoffen.	Kookpunt absoluut	Konstante Trouton.	Konstante *) Jorissen.
Helium	4.3	—	0.54
Zuurstof	90.0	18.3	0.72
Waterstof	20.3	12.2	0.67
Stikstof	77.2	17.6	0.72
Kooloxyde	83	17.2	0.72
Aethyleen	168	—	0.73
Lachgas	186	—	0.74

Hoewel het verband tusschen de afwijkingen der wet van Trouton en de K. van Jorissen niet overal quantitatief tot uiting komt (hetgeen ook a priori niet te verwachten is, daar de invoering van de konstante van Trouton niet de éénige benadering is) is dit kwalitatief zeer goed te noemen.

Nog zij vermeld, dat door v. Laar de betrekking van Jorissen uit de dampdrukformule van Van der Waals is afgeleid. Ook hieruit kan de afwijkende waarde van sommige stoffen van $R = 0.78$ worden verklaard. **)

Er is nog een m. i. belangrijke conclusie te trekken uit de bovengenoemde formules. Men zou zich nl.

*) Voor eenige dezer stoffen is T_k bij 20 mM. metastabiel.

**) Chem. Weekbl. 14 (1917) 808, en Nernst Theor. Chem. p. 238.

oppervlakkig redeneerend kunnen voorstellen, dat men twee stoffen die ongeveer bij dezelfde temperatuur koken (bij 1 atm.) bij lagere druk zou kunnen fraktionneren, in de meening dat bij een bepaalden druk een maximum verschil in kookpunt optrad.

Uit het bovenstaande is het echter duidelijk geworden, dat stoffen die bij 1 atm. nagenoeg hetzelfde kookpunt hebben, dit ongeveer ook zullen hebben bij lagere druk.

J. A. M. v. L.

Verschijselen bij een overlaat,

door H. J. OOSTERBEEK.

Bij een overlaat worden de verschijnselen geheel beheerscht door de toestanden boven- en benedenstrooms.

Er treedt een samenwerking van factoren op welke juiste aard en grootte onbekend zijn; en waarvan alleen vast staat dat zij niet voldoende in rekening kunnen worden gebracht met behulp van eenvoudig gebouwde formules.

Men lette op de overgangen der oevers van het boven- en benedenwater in de leidmuren, dat zijn de zijdelingsche begrenzingen van den overlaat; op den vorm der oeverlijnen in plattegrond, of zij behooren bij kanaalachtige bekkens of bij alzijdig zich uitstrekende groote plassen. Men schenke aandacht aan de overgangen van het dwarsprofiel van den overlaat in de beddingen van boven- en benedenwater; aan de hoogteligging van den drempel ten opzichte van die beddingen; ook de lengte van den drempel volgens de stroomrichting is een belangrijk punt.

Aldus te werk gaande, zijn dadelijk een aantal omstandigheden aan te geven die er op wijzen dat eigenlijk elk geval op zichzelf beschouwd diende te worden.

In hoofdzaak kan men twee soorten overlaten onderscheiden.

Bij een vloeioverlaat stroomt water uit een grooter of kleiner bekken — waarin het in rust verkeerde zoolang de overlaat niet in werking was — naar een bekken welks spiegel lager ligt. Hier stelt de afvoer Q zich vrijwillig in, alleen onder den dwang der natuurwetten.

Bij een stuwoverlaat is er een gedwongen afvoer; b.v. doordat een rivier voortdurend een bepaalde hoeveelheid water aanvoert die over den overlaat moet verdwijnen. Bovenstrooms wordt de oorspronkelijke rivierspiegel meestal opgestuwd, d. i. hij komt hoger te liggen dan vóór het maken van den stuwoverlaat. Immers boven den drempel is het dwarsprofiel geringer dan dat der rivier; bijgevolg moet de stroomsnelheid grooter zijn; deze vermeerdering wordt mogelijk als boven den drempel de spiegel lager komt dan in de rivier; dus, zonder twijfel, of de rivierspiegel moet rijzen, of boven den drempel moet hij dalen, of beide verschijnselen moeten zich gelijktijdig voordoen. Het water valt dan als het ware uit de rivier naar en op den overlaat; de bewegingsenergie wordt vergroot, de potentieele energie verminderd; door verschillende oorzaken, wrijving, botsing enz. wordt een deel der bewegingsenergie weer omgezet in andere vormen.

Het algemeene lengteprofiel van den waterspiegel in rivieren, kanalen enz. noemt men de verhanglijn. De

spiegel zelf is meestal een gebogen oppervlak, zoodat de waterlijnen, dwarsstrooms, kromme lijnen zijn; dit komt b.v. hierop neer dat boven den drempel de diepte bij de leidmuren grooter is dan in het midden; de waterlijn is daar aan de bovenzijde hol.

Een en ander hangt nauw samen met de stroomlijnen — het snelheidsveld — in het boven- en benedenwater.

Bij een stuwoverlaat is de afvoer Q bekend en is de vorm der algemeene verhanglijn de onbekende.

Doch bij een vloeioverlaat is ook Q een onbekende; waaruit reeds dadelijk valt op te maken dat hier de moeilijkheid der oplossing zal toenemen.

Let men op de grootheden die voor den waterbouwkundige het belangrijkste zijn, dan zou men kunnen zeggen:

Bij een vloeioverlaat zijn te bepalen: 1^e de afvoer Q ; 2^e de daling Δ , dat is het totale verval, tusschen den spiegel van het bovenwater en een dwarsprofiel vlak voor den overlaat; 3^e de waterdiepte boven den drempel.

Bij een stuwoverlaat zijn onbekend: 1^e de verheffing Δ van den spiegel boven den oorspronkelijken spiegel ter plaatse van bovengenoemd dwarsprofiel, dus de opstuwhoogte; 2^e de waterdiepte boven den drempel.

We hebben hier, en in al het volgende, meer in het bijzonder zulke overlaten op het oog waarbij de lengte in de stroomrichting tamelijk groot is, zoodat boven den drempel de stroomlijnen evenwijdig kunnen komen; en waarbij mag worden aangenomen dat boven den drempel de waterdruk verloopt volgens de hydrostatische wet.

In hoeverre het ook noodzakelijk is aan te nemen dat boven den drempel in alle stroomlijnen de snelheid dezelfde is, vormt een nader te bespreken punt waarop we hier niet ingaan.

Als in een rivier een stuwoverlaat voorkomt, welks breedte, dwarsstrooms, kleiner is dan de rivierbreedte, zal het water, dat een uitweg zoekt, ook van ter zijde opdringen en bij de leidmuren trachten af te vloeien; dientengevolge zal bij de leidmuren een grootere waterdiepte ontstaan; en zullen de stroomlijnen in platte grond gebogen worden; er zullen sterke contractie-verschijnselen kunnen optreden. In hetgeen volgt zullen we daarom eenvoudigheidshalve steeds onderstellen dat de toestand, die voorkomt in het midden der breedte van den overlaat, overal aanwezig is; hetgeen toelaatbaar is bij overlaten, waar de breedte groot is ten opzichte van de waterdiepte boven den drempel.

Wordt de kruin van een rivierdijk plaatselijk verlaagd en als overlaat ingericht, dan zal deze werken als een vloeioverlaat; de afvoer Q is onbekend; hier zullen, mede in verband met de eigenlijke rivierstrooming, zeer ingewikkelde snelheidsvelden kunnen ontstaan.

Alvorens te kunnen trachten een vraagstuk betreffende overlaten op te lossen, moet men beschikken over een nauwkeurige omschrijving van het geval dat men wenscht te bestudeeren.

Onderstelt men een zoo eenvoudig mogelijk geval en bepaalt men zich alleen tot de hoofdlijnen van het vraagstuk, dan blijkt toch meestal reeds spoedig dat de hydraulica weinig zekerheid biedt met betrekking tot een voldoende mate van nauwkeurigheid der berekeningsresultaten. En daarom is het niet te verwonderen dat men steeds getracht heeft een bevredigende overlaattheorie op te stellen. Voor stuwoverlaten is men daarin voor de praktijk ongeveer geslaagd; doch voor vloeioverlaten zijn de pogingen grootendeels als mislukt te beschouwen.

Men heeft, — gewoonlijk op grond van proeven op een veel te kleine schaal van uitvoering — een aantal formules opgesteld die, half wetenschappelijk, half empirisch, het wapentuig vormen in het arsenaal der hydraulica. Deze formules zijn niet zeer betrouwbaar, vooral ook omdat de wetenschappelijke helft meestal berust op een onjuiste of onvoldoende analyse; dientengevolge is het onmogelijk door empirische coëfficiënten een voldoende overeenstemming te bereiken. Vele formules b.v. zijn slechts aangedaan met een enkelen coëfficiënt m , de z.g. afvoercoëfficiënt. Men „berekent” een hoeveelheid Q , doch men neemt mQ aan als juist. En dit is ook zeker waar als men, in een bepaald geval der praktijk, slechts wist welke waarde men m moest toekennen. In dien afvoercoëfficiënt zit dus opgehoopt de onkunde welke men had, of de kunde die men nog niet heeft.

Een voorbeeld van onjuiste analyse is het verwarren van een gedachte aanvangsbeweging met de werkelijk optredende beweging. Zoo zal men, volgens het beginsel van de bekende formule van Dubuat, zich voorstellen dat men ter plaatse van de overlaat het water keert door een verticalen wand; men zal in gedachte dezen wand even bewegen; het water zal nu met een bekend snelheidsdiagram den wand trachten te volgen; men zal met behulp van dit diagram formules opstellen voor de werkelijke beweging; en men zal het eigenlijk ongeoorloofde van deze analyse dekken door empirisch bepaalde afvoercoëfficiënten. Zeer vele schrijvers hebben deze werkwijze van Dubuat nog verbeterd en aangevuld; en zoo is, mede op grond van proeven en een zekere ondervinding die men na den bouw van bepaalde stuw- en overlaattypen heeft verkregen, de toepassing van dit soort formules vrijwel overal ingeburgerd. Wetenschappelijk hebben zij geen verdere pretentie.

Geheel anders evenwel is het met de formules die berusten op een analyse welke voorgeeft van meetaf de werkelijk optredende beweging te bestudeeren, doch die bij nadere critische beschouwing blijken te berusten op fantasie. Tot deze, uit een wetenschappelijk oogpunt veel minderwaardiger formules, behooren in de aller-eerste plaats die welke berusten op het z.g. „beginsel van Bélanger, betreffende, den maximalen afvoer per tijdseenheid.”

Men vindt dit beginsel hoofdzakelijk in oudere Fransche leerboeken of in afschriften daarvan.

De onhoudbaarheid is klaarblijkelijk, aangezien het beginsel van Bélanger niets meer of minder zou bevatten dan een geheel nieuwe natuurwet, misschien even belangrijk als de algemeene wet van aantrekking. Met deze fantasiewet worden — door de volgelingen van Bélanger, — alle bezwaren der vloeioverlaatvraagstukken in een handomdraai overwonnen.

Het lust mij die theorie hier eens op den korrel te nemen.

Onderstel dat over een vloeioverlaat water stroomt van een zeer groote plas naar een plas, welks spiegel lager ligt dan de drempel van den overlaat.

De spiegel van het, eerst stilstaand gedachte, bovenwater ligt H hooger dan de bovenkant van den horizontalen drempel; bij den drempel treedt een niveaudaling h op; zoodat de waterdiepte boven den drempel ($H-h$) bedraagt.

Volgens de theorie van Bélanger stelt men zich voor dat de snelheid boven den drempel in alle stroomlijnen

dezelfde is. Men trekt deze conclusie uit de aanname dat de druk recht evenredig met de diepte zou toenemen. Zoodat de snelheid, overeenkomend met de niveaudaling h , gesteld wordt op $\sqrt{2gh}$.

In een afvoercoëfficiënt m worden nu opgenomen alle onbekende invloeden, o.a. de diepte van den plas, de contractieverschijnselen, de onbekende energieomzettingen enz. En aldus bepaalt men den afvoer Q per eenheid van breedte door:

$$Q = m(H-h)\sqrt{2gh} \quad (1)$$

Men trekt nu uit dezen opzet van het vraagstuk reeds dadelijk een volkomen onjuiste conclusie. Want men beweert dat de aangenomen toestand boven den drempel identiek is met het feit dat het er niet toe doet hoe hoog het benedenwater staat, als het maar niet hoger staat dan het water boven den drempel.

Deze bewering is zelfs één der belangrijkste van de beschouwde theorie.

Maar zij is een gevolg van gebrek aan onderscheiding; aangezien het à priori duidelijk is dat de afvoer groter zal zijn wanneer het benedenwater geen druk oefent op den uittredenden waterstraal, dus als het benedenwater lager staat dan dat boven den drempel. Staat het ermee gelijk dan zal de snelheid eveneens $\sqrt{2gh}$ zijn, en de druk zal eveneens volgens de hydrostatische wet verlopen. Doch in deze overeenstemming, die een gevolg is van aannamen, ligt geenszins opgesloten dat h in beide gevallen dezelfde zou zijn, dus dat Q in beide gevallen dezelfde zou wezen.

Door deze opmerking alleen is de Bélangertheorie eigenlijk reeds voldoende weerlegd. Want het zal blijken dat de hier besproken ongerijmdheid een noodzakelijk uitvloeisel is van het nog te bespreken „beginsel van Bélanger”.

Bij den beschouwd vloeioverlaat kent men noch Q , noch h .

Volgens Bélanger mag men in (1) de niveaudaling h als een onafhankelijke veranderlijke beschouwen. En moet men aannemen dat h zich zoo instelt dat Q een maximum wordt. Dit is het bedoelde „beginsel”.

Men stelt diensvolgens $\frac{dQ}{dh} = 0$ en vindt dadelijk

$$h = \frac{H}{3}; \text{ waaruit volgt } Q = m \frac{2}{3} H \sqrt{2g \frac{H}{3}}$$

Het spiegelverval Δ in het bovenwater is nu ook gemakkelijk te bepalen.

Laat ons onderstellen dat de overlaat gebouwd is vlak achter de oeverlijn van het bovenwater; en dat er tusschen plas en overlaat een betrekkelijk kort toeleidingskanaal aanwezig is, met rechthoekig profiel; breedte B , diepte D .

In dit kanaal ontstaat een gemiddelde snelheid v_0 , als gevolg van het verval Δ . Het verval Δ moet dus minstens gelijk zijn aan $\Delta = \frac{v_0^2}{2g}$.

Nemen we aan dat Δ klein blijft ten opzichte van de waterdiepte D . Dan is het toelaatbaar te stellen

$$v_0 = \frac{Q}{BD} = m \frac{2}{3} \frac{bH}{BD} \sqrt{2g \frac{H}{3}}, \text{ als de breedte van den overlaat } b \text{ wordt genoemd.}$$

Hieruit volgt dan:

$$\Delta = m^2 \frac{4}{27} \frac{b^2}{B^2} \cdot \frac{H^3}{D^2}$$

In de gevallen der praktijk is het kanaalprofiel gewoonlijk zeer ruim ten opzichte van het einddwarsprofiel vlak voor den overlaat. Dan zal Δ klein worden ten opzichte van $\frac{H}{3}$; en kan men volgens de theorie van Bélanger beweren, dat bij het begin van den overlaat steeds een niveaudaling zal optreden die praktisch gesproken, gesteld mag worden op $h = \frac{H}{3}$.

Zoodat de waterdiepte boven den drempel $\frac{2}{3} H$ zal zijn. En de berekende maximale afvoer

$$Q = m \frac{2}{3} H \sqrt{2g \frac{H}{3}}$$

gehandhaafd zal blijven, ook als de spiegel van het benedenwater — b.v. een plas met getijdenbeweging — gestegen is tot $\frac{2}{3} H$ boven den drempel.

Als dit oogenblik is aangebroken, zal volgens deze theorie, de maximale afvoer nog eenigen tijd voortduren. Er zal een negatief verhang ontstaan tusschen overlaat en benedenwater, met een totaal negatief verval λ — de z.g. oploophoogte — dat bepaald is is door den eisch dat λ gelijk moet zijn aan het verschil in snelheidshoogte van het water tusschen het begin en het einde van den overlaat; hierbij wordt dan nog globaal gelet op de contractieverschijnselen en eventuele energieomzettingen tengevolge van botsing, wrijving enz.

Het is deze theorie welke o.a. wordt aanbevolen voor de berekeningen in verband met den afvoer door uitwateringsluizen.

Men schijnt als een voldoende bewijs voor de juistheid dezer theorie het feit aan te zien, dat inderdaad wel eens een waterdiepte van ongeveer $\frac{2}{3} H$ is waargenomen; en dat inderdaad een oploophoogte valt te constateeren.

Doch wat hiervan bekend is, is zoo vaag dat men niet het minste recht heeft om deze zaken een wetenschappelijk cachet te geven, zooals geschied is in bovenbedoelde Fransche boeken.

Er wordt wel beweerd dat, zoolang het benedenwater zulks niet belet, volgens de proeven werkelijk een maximalen afvoer wordt verkregen. Doch dit kan in het algemeen niet waar zijn. Wel is het mogelijk, als men den afvoercoëfficiënt m handig aanneemt, in een bepaald geval te ontdekken dat de werkelijke afvoer de waarde heeft van den maximalen afvoer.

Men kan zich afvragen hoe men tot die verkeerde opvatting dat Q een maximum zal worden, kan zijn gekomen. Immers bij de afstroming van het bovenwater geschiedt er eigenlijk niets anders dan dat potentieele energie omgezet wordt in bewegingsenergie, waarbij ondertusschen ook andere omzettingen plaats vinden door wrijving, botsing e. d. Men kan beweren dat de zaak zoo zal trachten te verlopen dat deze noodzakelijke nevenomzettingen gezamenlijk zoo klein mogelijk zullen uitvallen. Maar meer weet men er niet van. Neemt men eenvoudigheidshalve aan dat alle potentieele energie die verdwijnt weer verschijnt als bewegingsenergie $\sum \frac{1}{2} m v^2$, dan zou het meer voor de hand

liggen te onderstellen dat per tijdseenheid de toename der hoeveelheid bewegingsenergie maximaal werd. Dus dat het weg integraal der kracht een maximum werd. Dus dat bij den stationnair onderstelden toestand volgens 1) $Qv^2 = m(H-h)(2gh)^{3/2}$ maximum zou worden; dit zou dan geven $h = \frac{3}{5}H$; dus een waterdiepte $\frac{2}{5}H$

boven den drempel inplaats van $\frac{2}{3}H$ volgens Bélanger.

Men zou ook kunnen aannemen — omdat men zich kan afvragen wat de natuur zou bereiken door het omzetten van potentieele energie in een vorm waaruit ze steeds weer direct kan worden verkeerd in arbeidsvermogen van plaats — dat de hoeveelheid beweging $\sum mv$ maximaal wordt. Dus dat het tijdintegraal der kracht

maximaal wordt. Dit zou dan leiden tot $h = \frac{H}{2}$; waarbij

ook de waterdiepte boven den drempel juist $\frac{H}{2}$ zou wezen. —

Er zijn in de mechanica enkele uitspraken, afkomstig van Gauss, Hamilton e.a. volgens welke de verschijnselen zoo verlopen dat van zekere grootheid de variatie nul is. Doch ook deze uitspraken leeren verder niets wat niet reeds ligt opgesloten in de meer algemeen bekende mechanicabeginselen; zij geven alleen een dieper inzicht in de eenheid der verschijnselen.

Hoe men de zaak ook wendt en keert, steeds komt men tot het resultaat dat elk geval anders moet zijn; en dat men alleen baat kan vinden bij het integreeren van — in practische gevallen overigens onoplosbare — differentiaalvergelijkingen, welke men somtijds zal kunnen opstellen door uit te gaan van de bewegings- en continuïteitsvergelijkingen.

En diensvolgens moet m.i. een uitspraak als die van het beginsel van Bélanger als buitengewoon fantastisch worden beschouwd. Immers er is alleen sprake van de hoeveelheid Q en er wordt zelfs niets in vermeld van de plaats waar die hoeveelheid Q wordt gedeponeerd. Menigeen, die oppervlakkig denkt, meent dat als Q maximaal is, het zwaartepunt van het geheele stelsel zoo snel mogelijk zal dalen. Doch dit is geenszins het geval. Dit zou wel zoo zijn als $\sum \frac{1}{2}mv^2$ maximaal was, mits men het bovenwater beschouwt als een oneindig groote en diepe plas, en als men alleen een deel der beweging beschouwt.

Waar men zich met formule 1) bevindt in een geval waarbij voorloopig elke Q evenwaarschijnlijk geacht moet worden, kan men even goed de waarschijnlijkheidsrekening te hulp roepen. Men kan h alle waarden geven tusschen 0 en H ; telkens den afvoer berekenen; en de som dezer afvoeren deelen door het aantal berekende afvoeren. Het quotient is dan inderdaad de meest waarschijnlijke afvoer Q_0 . Deze is dus in hoofdvorm bepaald door:

$$Q_0 = \frac{\int_0^H (H-h) h^2 dh}{H} = \frac{4}{15} H^{\frac{3}{2}}$$

Kiest men eenvoudigheidshalve $H =$ de eenheid, dan ontstaat de vergelijking:

$$(H-h) h^2 = \frac{4}{15} H^{\frac{3}{2}}; H = 1$$

$$h^3 - 2h^2 + h - \frac{16}{225} = 0 = y \text{ genoemd.}$$

$$\frac{dy}{dh} = 3h^2 - 4h + 1 = 0 \text{ gesteld; } h = +1 \text{ of } h = +\frac{1}{3}$$

Voor $h = +1$ is y negatief; voor $h = +\frac{1}{3}$ is y positief.

Bijgevolg heeft de vergelijking drie positieve wortels. Deze zijn $h_1 = 0,085$; $h_2 = 1,24$; $h_3 = 0,67$.

De wortel h_2 is fysisch onmogelijk; doch h_1 en h_3 bezitten een evengroote waarschijnlijkheid. Op dit punt gekomen, kan men mathematisch gaan knoeien en zeggen dat de meest waarschijnlijke waarde h_0 is.

$$h_0 = \frac{h_1 + h_3}{2} = \frac{0,755}{2} = (0,37 \text{ á } 0,38) = \frac{3}{8}$$

De waterdiepte boven den drempel zou dus, volgens deze verminkte waarschijnlijkheidsrekening, $\frac{5}{8}H$ zijn.

Deze waarde verschilt weinig van $\frac{2}{3}H$; zoodat waarnemingen welke vermelden dat de diepte ongeveer $\frac{2}{3}H$ was, evenveel bewijzen voor deze theorie als voor het beginsel van Bélanger.

De meeste waarschijnlijke afvoer — doch blijkbaar geheel verkeerd berekend — is dan met

$$\sqrt{2g} = 4,43 \text{ en } h = \frac{3}{8}H:$$

$$Q = m \cdot \frac{5}{8}H \sqrt{2g \frac{3}{8}H} = m \cdot 1,69 H^{\frac{3}{2}}$$

De formule van Bélanger levert $Q = m \cdot 1,70 H^{\frac{3}{2}}$.

Als het dus waar zou zijn dat met de, m.i. geheel onjuiste theorie van Bélanger, de verschijnselen bij overlaten zich soms voldoende juist laten berekenen — een bewering die o.a. gedaan is door den inderdaad hoog geleerden en scherpzinnigen wijlen professor Schols — dan zou dit geen bewijs zijn voor de juistheid dier theorie, doch het zou een bewijs zijn dat men — niet op, doch geheel bezijden het voetspoor van Gauss, — soms de waarschijnlijkheidsrekening te hulp kan roepen zolang men omtrent alle verdere gegevens van zeker verschijnsel in het duister tast; en door dwaas gecijfer soms de waarheid kan benaderen.

Nog altijd is niet opgelost de vraag hoe Bélanger tot zijne uitspraak kan zijn gekomen. Want ook hij was een verdienstelijk geleerde en zal dus wel eenigen grond hebben gehad voor zijne bewering. Maar hij was min of meer oppervlakkig, hetgeen o.a. blijkt uit de verkeerde theorie welke hij indertijd gaf van de verschijnselen bij den watersprong, een theorie die hij later heeft verbeterd en gebracht in den vorm zooals men dien tegenwoordig kent.

Het kan zijn dat hij getracht heeft formule 1) in omgekeerde richting te bewerken; waarbij dus Q als gegeven wordt beschouwd en h als onbekende wordt aangenomen. Een geval dat zich practisch kan voordoen bij stuwoverlaten als men H en Q kan meten, doch niet in de gelegenheid is de waterdiepte boven den

drempel te meten. Volgens de zuivere waarschijnlijkheidsrekening is $h = \frac{H}{2}$ te zetten bij vloeioverlaten.

Noemt men dan, korthedshalve, $\frac{Q^2}{2g} = a^2$, zoo stuit men op:

$$h^3 - 2Hh^2 + H^2h - \frac{a^2}{m^2} = 0.$$

Deze heeft drie positieve wortels als

$$U = \left(\frac{4}{27} H^3 - \frac{a^2}{m^2} \right) > 0.$$

Twee der wortels zijn gelijk als $U = 0$; er is een stel complexe wortels en een positieve wortel als $U < 0$.

Aangezien het waarschijnlijk lijkt dat bij een bepaalden afvoer slechts één bepaalde verhanglijn kan ontstaan, zou men niet weten welken wortel h men moest nemen als men twee verschillende wortels vond die, op physische gronden, niet verworpen behoeften te worden. En dit geval kan zich gemakkelijk voordoen,

b.v. als $H = 1$ en $\frac{a^2}{m^2} = \frac{5}{27}$.

Deze moeilijkheid zou niet bestaan als de vergelijking een dubbelwortel had.

Het schijnt mij nu toe dat, op grond van dit feit, Bélanger tot het besluit kan zijn gekomen dat de opgegeven waarde voor Q steeds zóó moest zijn dat er inderdaad een dubbelwortel wordt gevonden.

Dus dat hij heeft aangenomen dat steeds $U = 0$ zou wezen.

Het is duidelijk dat deze aanname op hetzelfde neerkomt als de aanname dat Q een maximum zou bereiken.

Toen zal hij de zaak hebben omgedraaid. En, mede onder den invloed van de hierboven aangestipte uitspraken van Gauss e.a., hebben gemeend dat inderdaad de natuur zoo is ingericht dat Q een maximum wordt. Door min of meer onzelfstandige geesten is die meening zonder verzet aanvaard.

Bélanger had indertijd autoriteit — en zoo zal het wel komen dat zijne fabel even bekend is geraakt als de fabels van Lafontaine, maar met minder recht, want in de laatste worden eeuwige waarheden uitgebeeld en Bélanger debiteerde slechts een onjuistheid.

De aanname $U = 0$ is overigens door niets gerechtvaardigd. Immers als men twee bruikbare waarden voor h vindt, zou men evengoed kunnen beweren dat alleen de grootste wortel zal voldoen. Want deze zal overeenkomen met de kleinste waterdiepte boven den drempel; dus met een vorm van het stelsel waarbij het gemeenschappelijke zwaartepunt zoo laag mogelijk ligt; d.w.z. alleen de grootste wortel h zal overeenkomen met een stabielen toestand. Doch deze opvatting zou onjuist zijn, want juist de kleinste wortel zal dan in aanmerking komen, omdat het energieverlies aan warmte enz. dan kleiner is.

De bovenstaande opmerkingen enz. zijn zeker wel voldoende om overtuigd te raken van de moeilijkheden die zich voordoen bij de bestudeering der verschijnselen bij vloeioverlaten.

Eenig meerder inzicht kan men verkrijgen door na te gaan wat er „ongeveer” geschiedt bij een stuwoverlaat. Men zal hier b.v. kunnen schrijven:

$$Q = mb(H-h) \sqrt{2g \left(h + \frac{v_0^2}{2g} \right)}$$

waarin $(H-h)$ weer voorstelt de diepte boven den drempel; h de niveaudaling van den rivierspiegel vlak voor den overlaat; v_0 de aanstroomsnelheid van het rivietwater in het dwarsprofiel vlak voor den overlaat, waarvan de waterlijn dus H hooger ligt dan de drempel; b is de breedte van den overlaat, dwarsstrooms.

Onderstel dat de rivier een rechthoekig dwarsprofiel bezit; breedte B ; en dat de drempel a hooger ligt dan de rivierbodem.

Men zal zich altijd moeten voorstellen dat de breedte B niet veel grooter moet worden genomen in onderstaande beschouwingen dan de overlaatbreedte b ; omdat zich in de rivier, als deze veel breder is dan de overlaat, een paar luwe hoeken vormen naast den overlaat. In die luwe hoeken neert de stroom. Er ontstaan in de rivier in platte grond een paar denkbeeldige oeverlijnen, die geleidelijk overgaan in de leidmuren. Tusschen deze denkbeeldige oeverlijnen, die de leidmuren min of meer vloeiend verbinden met de hooger stroomopwaarts gelegen rivieroever, beweegt zich de eigenlijke werkbare stroom.

Men kan nu zetten $Q = B(a+H)v_0$.

De vergelijkingen 2) en 3) houden dus reeds rekening met de energie- en continuïteitsvoorwaarden. Een derde vergelijking ontstaat door toepassing van de impulsstelling op het water boven den drempel: de hoeveelheid beweging in zekere richting, gedifferentieerd naar den tijd, is gelijk aan de uitwendige beweegkracht in die richting, mits de beschouwde massa constant zij.

Beschouwen we een moot boven den drempel, ter plaatse van het midden van den overlaat, en van oneindig kleine breedte. Dan kunnen we, als we aannemen dat in het laatste dwarsprofiel der rivier de snelheid inderdaad overal v_0 is en dat de druk ook daar verloopt volgens de hydrostatische wet, dadelijk opschrijven:

$$\frac{1}{2}H^2 - \frac{1}{2}(H-h)^2 = \frac{1}{g} \left\{ (H-h)^2 2g \left(h + \frac{v_0^2}{2g} \right) - H v_0^2 \right\} \quad 4)$$

De vergelijkingen 2) 3) 4) geven tezamen de oplossing. Men kan v_0 elimineeren en vindt dan twee vergelijkingen, waaruit men, omdat Q hier gegeven is, H en h kan berekenen.

Aangezien ondersteld wordt dat men ook de hoogte van den oorspronkelijken rivierspiegel weet, zal de opstuwing bepaald zijn door het verschil tusschen $(H+a)$ en de oorspronkelijke waterdiepte.

Doch als Q niet gegeven is — en zulks is bij vloeioverlaten het geval — kan men op deze wijze nimmer de oplossing vinden.

Het is wel spijtig. Doch wat niet kan, kan nu eenmaal niet, n'en déplaise Bélanger en zijne theorie.

Er is ook nog een theorie van Boussinesq. Deze beweert dat, tengevolge van de verschijnselen aan het benedeneinde van den drempel, een depressiegolf naar boven zal loopen met een voortplantingssnelheid \sqrt{gh} . Zoodra nu de snelheid van de waterdeeltjes boven den drempel gelijk is aan de snelheid van dit verschijnsel, zal er volgens hem een stabiele toestand zijn. Dus moet boven den drempel $v = \sqrt{gh}$; $\frac{v^2}{2g} = \frac{h}{2}$. Doch $\frac{v^2}{2g}$ is ook gelijk aan $H-h$. Dus moet $h = \frac{2}{3}H$ zijn, op het punt

waar de stoomdraden parallel komen, dus aan het boveinde van den drempel.

Deze theorie is in opzet wetenschappelijk. Doch zij is niet in staat tot uitkomsten te geraken die met de werkelijkheid strooken, zoodra het benedenwater rijst tot boven den drempel. Immers dan zou die zelfde depressiegolf moeten verschijnen enz. Doch het is m.i. apriori duidelijk dat in dit geval de afvoer Q dadelijk geringer wordt.

Trouwens, die golftheorie van Boussinesq is hier ook zoo maar niet aan te nemen; ze is op min of meer gewrongen wijze te pas gebracht in een vraagstuk dat met golven eigenlijk niet veel heeft uit te staan, zoodra de toestand permanent is geworden.

Ik wil hier eindigen met een aanhaling van Grialou, professeur à l'école centrale Lyonnaise. Deze luidt:

„On doit à notre avis, surtout dans l'enseignement, appeler l'attention des élèves sur le manque de précision scientifique qui caractérise la plupart des formules qu'on est contraint de leur indiquer, dans l'état actuel de nos connaissances.”

Dit is precies mijn opvatting: den studenten geen hydraulica-kookboek meegeven vol recepten, doch hun denkvermogen en vooral hun critischen zin — de jeugd is gelukkig zeer critisch aangelegd — ontwikkelen.

Moge dit artikeltje in deze richting werken!

BOEKBESPREKING.

SCHEEPVAARTNUMMER VAN „IN- EN UITVOER.”

Evenals het vorige jaar is weer het Scheepvaartnummer van „In- en Uitvoer” verschenen. Waren de beschouwingen en verwachtingen in het vorige nummer voor de scheepvaart en daarmee in onmiddelijk verband de scheepsbouw zeer hoopvol gesteld; thans treffen ons de zeer sobere verwachtingen die nu neergeschreven zijn door de heeren Delprat en Vorstman. Inderdaad geven ze de meeningen van vele scheepsbouwmeesters weer. Wel zitten de werven nog vol met bestellingen, maar het materiaal komt niet los en kunnen alleen de ijzervoortbrengende landen profiteeren en de zee komt weer vol zonder ons.

In het blad wordt een prachtig overzicht gegeven over het verschil in wereldtonnage tusschen 1914 en nu; voor ons land is dit vergelijk precies weergegeven en worden alle reederijen met hun schepen met naam en draagvermogen of tonneninhoud genoemd.

Ook waartoe onze scheepsbouw en machine-industrie de laatste 6 jaren in staat is geven tabellen met firmamen prachtige uitkomst; mede de plannen en uitbreidingen van werfinrichtingen worden genoemd al is dit ook niet geheel volledig.

Prof. Vossnack behandelt den bouw van standaard-schepen, ook de moeilijkheden die de scheepsbouwmeesters daarmee ondervonden. Een zeker niet verwachtte mededeeling is dat in Engeland — het land der scheepsbouwers — deze bouw minder vlotte. De slotconclusie is vooral voor ons land te behartigen, nog nergens zijn hier automatische pons-knipmachines in werking.

Een zeer sympatiek artikel over het Nationaal Zee-mansfonds en een beschrijving van proefstukken enz.,

verder nog eenige juridische en econ. besprekingen. Aan het eind van het nummer een duidelijk overzicht over scheepsmateriaal. De pagina's groote advertenties zijn zeer de aandacht waard; de foto's geven een goed beeld van onze werven waarop we trotsch mogen zijn.

Een belangrijk nummer voor de werk- en scheepsbouwkundige student en allen die belangstellen op dit gebied.

J. R. S.

DIFFERENTIAAL- EN INTEGRAAL-REKENING VOOR DEN TECHNICUS, (beknorte uitgave), door W. J. HEYDEMAN, Amsterdam. — Uitgave: A. E. Kluwer, Deventer, 1918. Prijs: f 2.25 (benevens 5^o/_o crisistoeslag).

Aan het voorbericht tot dit werkje ontleenen we het volgende: „Deze beknorte uitgave der Differentiaal- en Integraalrekening heeft haar ontstaan te danken aan het feit, dat de grootere uitgave, waarin ook ten deele de Differentiaalvergelijkingen worden behandeld, voor vele doeleinden te uitgebreid bleek te zijn.” Het is dan ook hoofdzakelijk geschreven voor de middelbaar technische scholen! O.i. zou het hier te Delft zeer goed te gebruiken zijn door de a.s. scheikundige en mijnbouwkundige-Ingenieurs als inleiding voor de studie van hunne propaedeutische wiskunde, zoodat zij na het doorwerken van dit boekje, dat zeer duidelijk en overzichtelijk geschreven is, met meer gemak de desbetreffende colleges zullen kunnen volgen. De omvang van het werkje bedraagt 120 bladzijden (met 39 figuren), waarbij in den tekst tevens een ca. 275 vraagstukken (met de antwoorden) opgenomen zijn. De differentiaalvergelijkingen worden niet behandeld, wel echter de toepassing der theorie op het berekenen van lengte, oppervlakte, inhouden en traagheidsmomenten.

DE WATERSTAATS-INGENIEUR, 6^{de} jaargang No. 11, November 1918, bevat o. a. een belangrijk artikel over de „Verbetering van de haven van Tsifoe”, door Jhr. O. C. A. van Lidth de Jeude, en: „Iets over werktuigen voor wateropvoer met machinale aandrijving”, door Ir. P. von Pritzelwitz van der Horst.

DE WATERSTAATS-INGENIEUR, 6^{de} jaargang No. 12, December 1918, bevat een artikel over de „Zoutverpakkingsfabriek Kalianget”, door Ir. C. G. van Baarle. Verder een artikel door Ir. C. Hillen over: „De telefoon als hulpmiddel op afgelegene werken.”

TECHNISCHE HOOGESCHOOL.

De Rector-Magnificus brengt in herinnering dat, overeenkomstig art. 28 van het K. B. van 24 Juni 1905, Stbl. No. 215, de Paaschvacantie aan de Technische Hoogeschool dit jaar zal aanvangen op Donderdag 17 April — op welken dag dus geen onderwijs zal worden gegeven — en eindigen met Woensdag 30 April.

De Rector-Magnificus.

AFDEELING DER BOUWKUNDE.

De Voorzitter van de Afdeeling der Bouwkunde aan de Technische Hoogeschool maakt bekend, dat zij, die wenschen deel te nemen aan het Ingenieurs-examen voor Bouwkundigingenieur, dat zal worden afgenomen vóór de Zomervacantie 1919, zich daarvoor schriftelijk hebben aan te melden vóór 23 April 1919, bij den Secretaris der Afdeeling, Prof. A. W. M. Odé, te Delft.

Formulieren voor de aanmelding zijn verkrijgbaar in den Technischen Boekhandel van J. WALTMAN JR. te Delft.

—o—

AFDEELING DER MIJNBOUWKUNDE.

De Voorzitter van de Afdeeling der Mijnbouwkunde der Technische Hoogeschool maakt bekend, dat zij, die wenschen deel te nemen aan het Ingenieurs-examen voor Mijningenieur, dat zal worden afgenomen in de maand Juni 1919, zich hiervoor schriftelijk hebben aan te melden bij den Secretaris der Afdeeling, Professor R. W. van der Veen m.i., Instituut voor Mijnbouwkunde, Delft, vóór den 1^{sten} Mei 1919.

Formulieren voor de aanmelding zijn verkrijgbaar in den Technischen Boekhandel van J. WALTMAN JR. te Delft.

—o—

RIJKSBEURZEN EN TOELAGEN
BUITENLANDSCHE STUDIERS.

Zij die voor het a.s. studiejaar 1919—1920 in aanmerking wenschen te komen voor toekenning van eene Rijksbeurs of eene toelage voor een buitenlandsche studiereis, als bedoeld in art. 38 der Hoogeronderwijs-wet, worden uitgenoodigd om daarvan te doen blijken bij een op zegel geschreven adres aan den Minister van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen met opgaaf van de adressen hunner ouders of voogden, hetwelk vóór 15 Mei a.s. moet zijn ingediend bij den Secretaris van het College van Curatoren te Delft.

Ook van hen, die reeds in het afgelopen studiejaar in het bezit van een der beurzen waren, worden, wanneer zij voor het nieuwe studiejaar wederom voor toekenning eener beurs in aanmerking wenschen te komen, aanvragen voor den genoemden datum tegemoet gezien.

Aanvragen na 15 Mei e.k. ingekomen, kunnen niet meer in aanmerking komen.

Het College van Curatoren der T. H.
de Secretaris,

Delft, 10 April 1919.

J. F. DE VOGEL.

—o—

Zij die met goeden uitslag hebben afgelegd het eind-examen der Hoogere Burgerschool met 5-jarigen cursus of daarmede gelijkgesteld examen, de studie als Werktuigkundig Ingenieur aan de Technische Hoogeschool wenschen aan te vangen of voort te zetten en vermeenen in aanmerking te komen voor de toekenning der beurs uit het 's Jacobfonds, worden uitgenoodigd zich daartoe schriftelijk op ongezegeld papier te wenden tot den Secretaris van het College van Curatoren der Technische Hoogeschool te Delft vóór 15 Mei a.s.

Later ingekomen aanvragen komen niet meer in aanmerking.

Het College van Curatoren der T. H.
de Secretaris,

Delft, 10 April 1919.

J. F. DE VOGEL.

—o—

Zij die voor het a.s. studiejaar 1919—1920 in aanmerking wenschen te komen voor toekenning eener beurs uit het Baehrfonds, voor welke toekenning het bewijs van uitstekenden aanleg voor wiskunde moet kunnen worden geleverd, worden uitgenoodigd zich daartoe schriftelijk op ongezegeld papier te wenden tot den Secretaris van het College van Curatoren der Technische Hoogeschool vóór 15 Mei a.s.

Later ingekomen aanvragen komen niet meer in aanmerking.

Het College van Curatoren der T. H.
de Secretaris,

Delft, 10 April 1919.

J. F. DE VOGEL.

—o—

Leerlingen en gepromoveerden van de Technische Hoogeschool, die vermeenen in aanmerking te komen voor de toekenning eener toelage uit het Lipkensfonds, worden uitgenoodigd zich daartoe schriftelijk op ongezegeld papier te wenden tot den Secretaris van het College van Curatoren der Technische Hoogeschool te Delft vóór 15 Mei a.s.

Later ingekomen aanvragen komen niet meer in aanmerking.

Het College van Curatoren der T. H.
de Secretaris,

Delft, 10 April 1919.

J. F. DE VOGEL.

Berichten en Mededeelingen.

Gaarne vestigen wij hier in het bijzonder de aandacht op de in dit nummer voorkomende advertentie van de Commissie van beheer van het Hoogewerff-fonds, waarin bekend gemaakt wordt, dat aanvragen om steun voor wetenschappelijk chemisch-technisch onderzoek vóór 1 October 1919 gericht moeten worden aan den secretaris van het fonds, Ir. G. A. Brender à Brandis, Juliana van Stolberglaan 127, den Haag.

RED.